

27º. Encontro Técnico AESABESP

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ALTERNATIVO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA ORIUNDA DE NASCENTE EM PROPRIEDADES RURAIS

RESUMO

O trabalho pretende realizar um diagnóstico ambiental e de qualidade de água de consumo, a fim de desenvolver e implantar um sistema alternativo para tratamento de água proveniente de nascente, em uma pequena propriedade rural com agroindústria da Região Serrana de Santa Catarina, Brasil. Os sistemas de tratamento e distribuição de água potável, em locais remotos, são considerados deficientes no Brasil, para garantir o fornecimento de água potável aos usuários, como preconiza a Lei Federal 11.445/2007 e a Portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011. Foi desenvolvido um sistema composto por proteção de nascente, acrescida de pós-tratamento com pré-filtração, decantação e filtração lenta com retrolavagem. Foram realizadas algumas amostragens em pontos definidos para análises de qualidade de água, com base em alguns parâmetros exigidos pela Portaria 2.914/2011 do MS. De uma forma geral, a expectativa é propor uma forma inovadora e sustentável de sistema descentralizado para tratamento e distribuição de água potável tendo como base a experiência a ser realizada na Serra Catarinense.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas alternativos, localidades rurais, água de nascente.

INTRODUÇÃO

As condições do saneamento básico em regiões remotas do Brasil evidenciam elevada precariedade e são pouco contempladas, comparadas às áreas urbanas, as quais apresentam dados preeminentes de melhorias, principalmente nos serviços de tratamento e abastecimento público de água (SNIS, 2015). Com intuito de convalidar essa situação, a Lei 11.445/2007, que institui a Política Nacional do Saneamento Básico e o Decreto 7.217/2010, preconizam que os serviços de saneamento básico devam buscar a universalização no âmbito territorial, incluindo áreas longínquas, pertencentes aos municípios brasileiros, independente da atividade que seja desempenhada no local.

Em Santa Catarina, nas regiões rurais, 86,5% dos domicílios captam água de poços e nascentes. Somente 12,9% dos domicílios possuem rede geral e 0,6% utilizam de outros recursos para captação. Enquanto que 93,87% dos domicílios urbanos estão ligados à rede de distribuição de água (IBGE, 2010). Conhecer a realidade local faz com que haja fomento em pesquisas e execuções no setor, visando a tecnologias sociais economicamente viáveis e efetivas (SENS et al., 2014), evitando, assim, doenças de veiculação hídrica (STUKEL et al., 2003).

As propriedades rurais de base familiar representam 84% da agroindústria no país, as quais necessitam de água potável para estarem em conformidade com as normas de inspeção alimentar (LAGARES ET AL., 2005). Além disso, essas agroindústrias familiares são constantemente submetidas a procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (Portaria 2.914/2011); para garantirem selos de inspeção federal (SIF), estadual (SISBI) ou municipal (SIM), a fim de fabricarem produtos de qualidade para comércio e subsistência, como preconiza a Lei 9.712/1998.

Assim sendo, a Política Nacional do Saneamento Básico, atrela-se a diferentes diretrizes em prol de seus princípios fundamentais, como a de estabelecer integração à Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) e ao Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), no intuito de proteger mananciais e assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água.

Com intuito de transmutar um fragmento desta realidade, este trabalho de pesquisa tem por objetivo estudar o desempenho de sistemas descentralizados de tratamento de águas subterrâneas (nascente) numa localidade remota da Serra Catarinense, no município de Lages.

Anteriormente ao projeto, constatou-se nessa propriedade APP degradada em torno de nascente, que é utilizada para abastecimento, no entanto, nenhuma forma de potabilização de água para consumo. A demanda estabelecida para implantação da tecnologia de tratamento relacionou-se com as características da água bruta local e a necessidade de melhorar a qualidade de vida dos indivíduos. Para isso, pôde-se realizar adequações ambientais na APP e aplicar proteção de nascente acrescida de pré-tratamento e filtração lenta, que são tecnologias evidenciadas compatíveis à realidade apresentada.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi realizar um diagnóstico ambiental e de qualidade de água de consumo, a fim de desenvolver e implantar um sistema alternativo para tratamento de água proveniente de nascente, em uma pequena propriedade rural com agroindústria de base familiar da Região Serrana de Santa Catarina, Brasil.

METODOLOGIA

Área de estudo

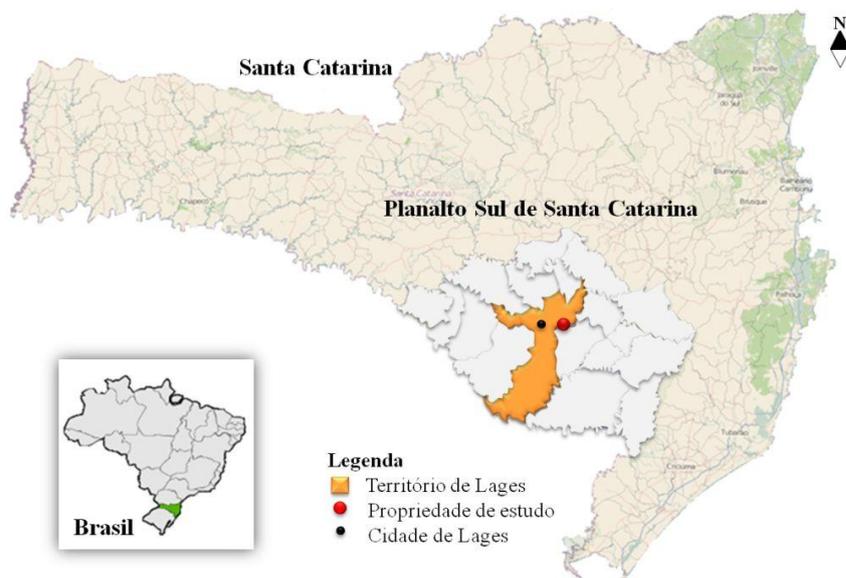
A propriedade rural, onde o projeto foi realizado, está situada na localidade Segredo, município de Lages, estado de Santa Catarina, Brasil. Esta região, também é denominada como região da AMURES, possui clima frio e paisagem com campos de altitude. As atividades de turismo rural, de agropecuária, de silvicultura e agroindustriais são umas das predominantes, prevalecendo-se por causa da grande extensão campestre que ocupam (LINDER, 2012).

A propriedade possui área superficial de 191,74 há, encontra-se a 30,0 km da cidade de Lages e é composta por uma residência e uma agroindústria familiar, cuja produção prevalecte é o queijo serrano.

A principal fonte de acesso à água é via nascente, localizada na propriedade a cerca de 500,0 m da residência, em cota acima do local de consumo. Por esta razão, o abastecimento é feito por gravidade. Neste local, era possível evidenciar o pisoteio e dejetos de animais próximos à antiga captação de água, que era realizada de forma precária.

O consumo estimado de 1.000 L dia⁻¹ é previsto para o uso de todas as atividades no local. Desse consumo total, metade é utilizada na residência e a outra metade na queijaria. Para a produção do queijo serrano necessita-se de água, principalmente, para limpeza do local de fabricação. Portanto, a qualidade do produto está diretamente ligada às condições de potabilidade de água usada no local.

Figura 1: Mapa de abrangência da área de estudo. Fonte: IBGE 2010, elaboração digital própria.



Diagnóstico ambiental e Caracterização da Qualidade da Água

O diagnóstico ambiental foi realizado a partir do georreferenciamento da nascente, do perímetro e do levantamento do uso e ocupação do solo na propriedade, a fim de caracterizar a área abrangente de captação. Nessa etapa, foram verificadas as inconformidades de acordo com as diretrizes para adequação ambiental da propriedade rural, de acordo com a lei 12.651/2012.

A fonte de água para abastecimento ao local foi caracterizada como nascente, descarga concentrada da água subterrânea que aflora à superfície do terreno como uma corrente ou um fluxo de água (TODD, 1959) emergindo, portanto, com propriedades físicas, químicas e microbiológicas peculiares.

Para a realização do projeto, fizeram-se análises físico-químicas e microbiológicas dessa água, das quais resultaram na criação de um conjunto de captação, tratamento e desinfecção, dispondo de tecnologia de baixo custo, a fim de evitar o uso de métodos degradantes ao meio ambiente e atender ao que preconiza a Lei 11.445/2007. Portanto, a função principal da representação dessas características foi de servir como suporte para o desenvolvimento mais adequado da tecnologia de tratamento de água e indicar as peculiaridades da água de consumo.

Tais características foram apresentadas por meio de parâmetros de qualidade de água, dentro do enquadramento de águas doces, Resolução CONAMA 357/2005 para, posteriormente, serem monitoradas através de parâmetros recomendados pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Características do Manancial

Os resultados das análises, na Tabela 1, são referentes à amostragem da água bruta, realizada anteriormente a qualquer tratamento, no período de maio de 2014, no qual advêm poucas chuvas na região. Essas características serviram como pressupostos para desenvolver o sistema de tratamento apropriado.

Tabela 1: Resultado da qualidade de água bruta para as quatro localidades de estudo.

Parâmetro	Unidade	Localidade Segredo / Lages	Resolução CONAMA 357/2005	
			Classe I	Classe II
Alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	101,3		
Amônia (Como N)	mgN/L	0,1	3,7	3,7
Cloretos (como Cl ⁻)	mg/L	170,2	250	250
Clorofila α	μ g/L	*n.d.	10	30
Coliformes fecais	NMP/100 mL	1100	200	1000
Coliformes totais	NMP/100 mL	1100		
Condutividade	μ S/cm	30		
Cor Aparente	uC	13,3		
Cor Verdadeira	uC	12,8		75
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	mgO ₂ /L	2	3.0	5.0
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mgO ₂ /L	<10,0		
Ferro dissolvido	mg/L	0,08	0,3	0,3
Fosforo total (como P)	mg/L	0,016	0,1	0,1
Nitrato (como N)	mgN/L	0,78	10	10
Nitrito (como N)	mgN/L	<0,02	1.0	
Nitrogênio orgânico	mgN/L	<0,1		
Oxigênio Dissolvido	mg/L	7,3	>6.0	>5.0
pH		6,63	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	45	500	500
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	129		
Sulfato (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	27	250	250
Turbidez	uT	5	40	100

*n.d.: não detectado

Por meio dos resultados analíticos das amostras e tomando como referência o enquadramento de águas doces pela Resolução CONAMA 357/2005, diagnosticou-se a água de consumo como Classe I, ou seja, são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.

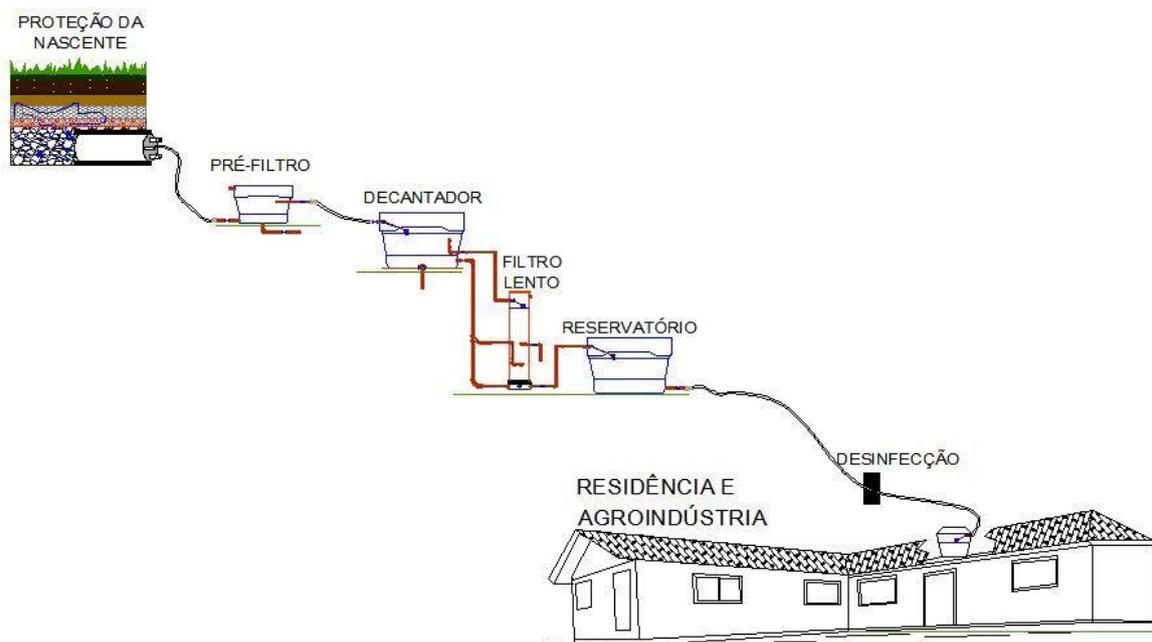
Escolha do sistema alternativo de tratamento de água

Para se conceber o sistema de tratamento de água na localidade, foi tomada como premissa, a avaliação do parâmetro turbidez, orientada por (COLLINS; EIGHMY; MALLEY, J.P., 1991) e (DI BERNARDO; DANTAS, 2005a), da qual a água proveniente da nascente teria valores apropriados para tratamento com filtração lenta de no máximo 10 uT (Tabela 1).

Portanto, tomando-se como base os resultados de turbidez e levando-se em consideração o recurso disponível para investimento, foram determinadas as tecnologias mais apropriadas para o tratamento (Figura 2):

1. Pré-tratamento:
 - a. Sistema de proteção de nascente – modelo Caxambu,
 - b. Pré-filtro ascendente
 - c. Decantador com fluxo horizontal e reservatório para retrolavagem;
2. Filtro lento com retrolavagem;
3. Reservação final;
4. Desinfecção da água por dosador de cloro.

Figura 2: Representação do sistema alternativo para tratamento de água na localidade de estudo.

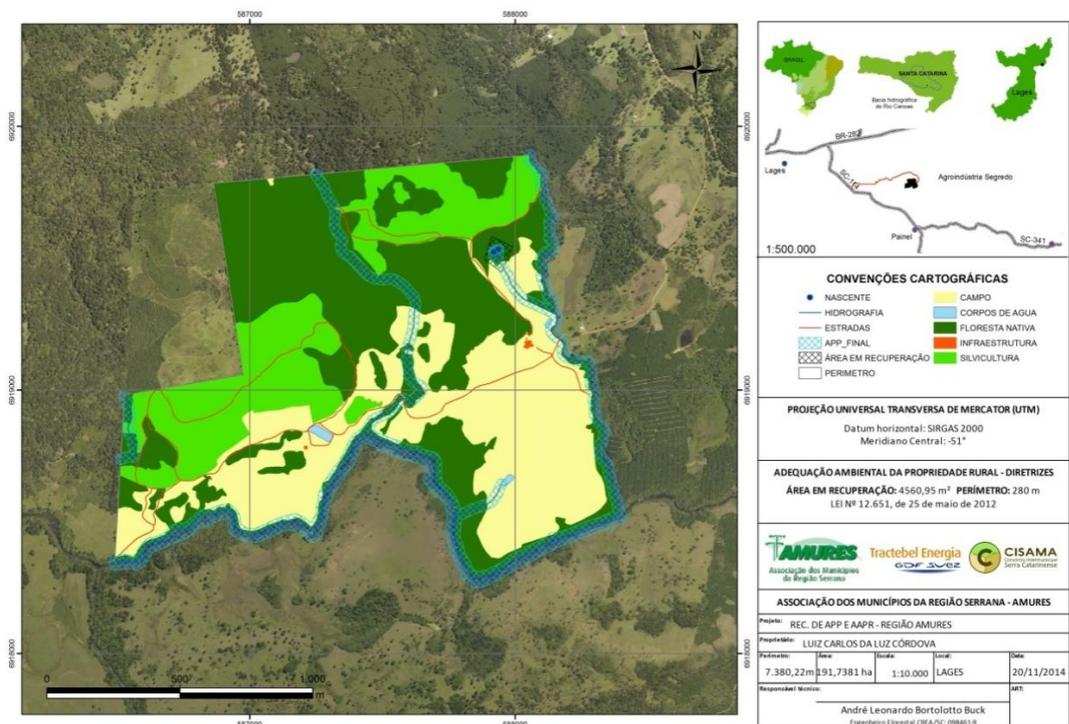


RESULTADOS

Adequação Ambiental

De acordo com os mapas de uso e ocupação do solo da propriedade (Figura 3 e Figura 4) e a Tabela 2 de áreas é possível verificar que 96,93% da área total da propriedade encontra-se adequada ambientalmente, mantendo o status regular quanto à legislação ambiental.

Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo na localidade de estudo. Fonte: adaptado de Empresa Sul Florestas Ltda e Google maps/2016.



As classes de uso e ocupação do solo caracterizam as principais atividades produtivas da propriedade: pecuária e silvicultura. A Figura 4 e a Tabela 2 permitem inferir sobre a adequação ambiental da propriedade rural.

Figura 4: Mapa de adequação ambiental. Fonte: adaptado de Empresa Sul Florestas Ltda e Google maps/2016.

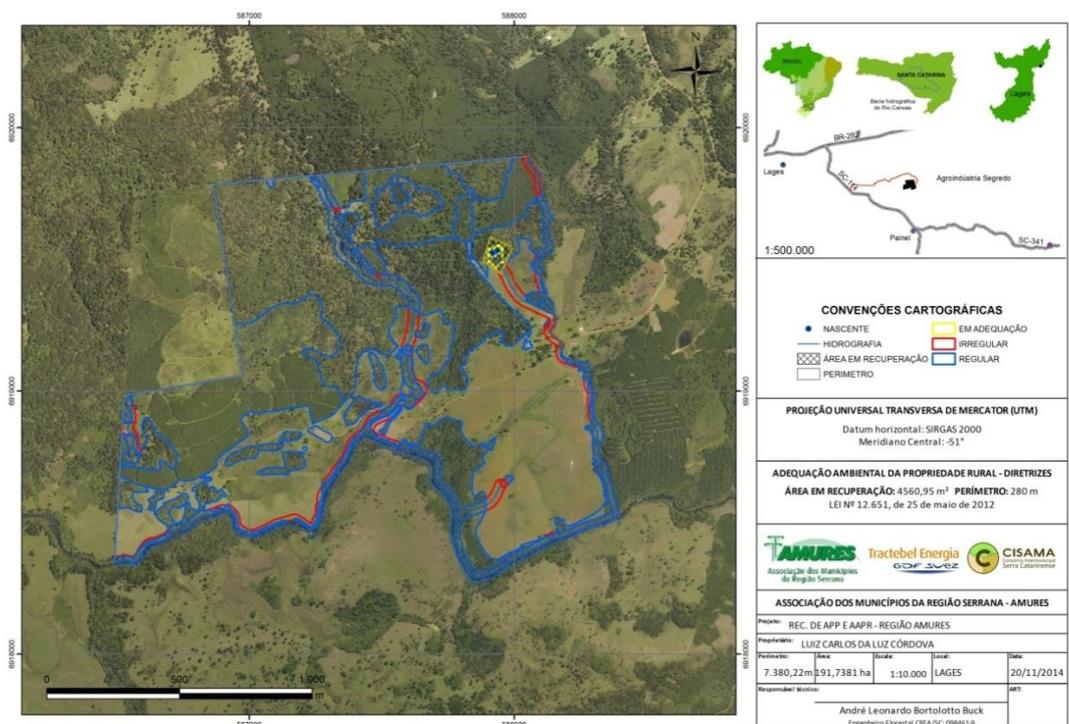


Tabela 2: Áreas do uso do solo e adequação ambiental da propriedade rural de estudo.

Uso do Solo	Em adequação (ha)	Irregular (ha)	Regular (ha)	Total (ha)
Campo	0,13	4,31	64,87	69,31
Corpos de água		0,06	0,39	0,45
Floresta Nativa	0,70		80,35	81,05
Infraestrutura			0,09	0,09
Silvicultura		0,70	40,14	40,84
Total (ha)	0,82	5,07	185,85	191,74
Ttotal (%)	0,43	2,64	96,93	100,00

Aproximadamente 2,64% da área total apresentaram status “irregular”, necessitando de recomposição nas faixas de Áreas de preservação permanente de cursos de água (Figura 4). A área de preservação permanente de nascente ocupa 0,43% da propriedade rural, sendo caracterizada com o status “em adequação”, no local foi instalada uma cerca para o isolamento da área de preservação permanente (APP) de nascente e feito o enriquecimento com o plantio de mudas (Figura 5 e Figura 6).

Figura 5: Cercamento da área de recuperação, bastante degradada.



Figura 6: Plantio de mudas na área de recuperação.



Sistema de Tratamento de água

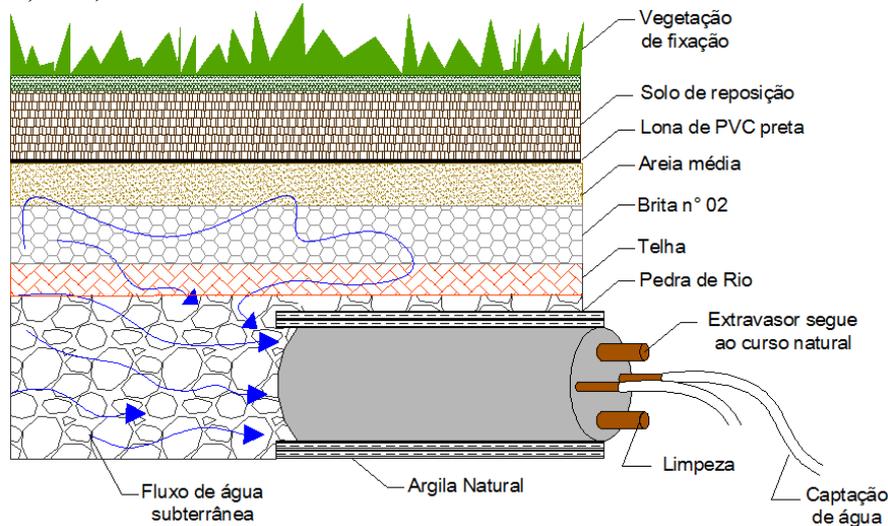
Proteção de nascente – modelo Caxambu

O primeiro procedimento aplicado foi uma adaptação de um modelo de proteção de nascente “Caxambu”, apresentado pela EPAGRI/SC e Calheiros et al., 2004 com o objetivo de realizar a captação de água com baixo custo, sem degradação ambiental e evitando a contaminação da nascente. Esse modelo de proteção de nascente consiste em criar um reservatório natural de água pré-filtrada e, assim, obter uma parcela de água para posterior tratamento. O excedente continua o percurso natural de contribuição para os posteriores corpos d’água.

O modelo consistiu em um tubo de concreto de 200 mm de diâmetro, servido de reservatório interno contendo quatro saídas; duas constituídas de dois tubos de PVC de 25 mm com 30 cm de comprimento, para acesso e condução da água pré-filtrada e, outras duas formadas por tubos de PVC de 40 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento, sendo um para limpeza do reservatório interno e outro como extravasor do efluente excedente.

O sistema apresenta uma forma de reservação interna, onde a água subterrânea adentra-se e, ao mesmo tempo é pré-filtrada para, então, ser captada ou seguir seu fluxo natural afluyente para um curso d'água.

Figura 7: Esquema do sistema de Proteção de fonte modelo caxambu. Fonte: Adaptado de (Calheiros et al., 2004).



Pré-filtro ascendente

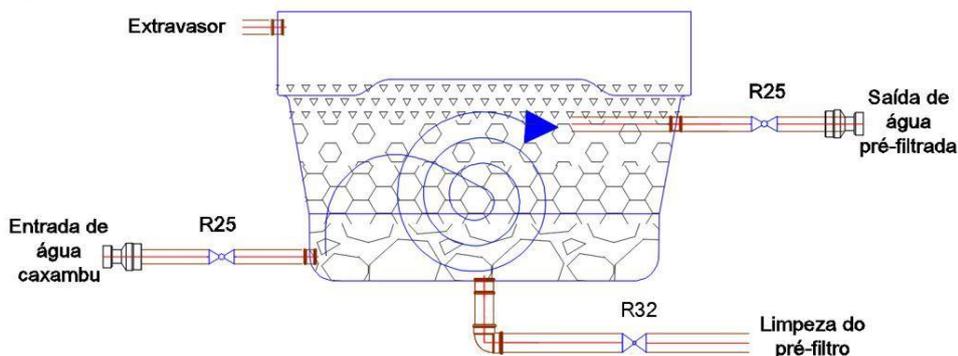
O principal intuito desta etapa de tratamento foi remover sólidos grosseiros e alguns organismos e materiais finos, a fim de haver um amortecimento dos picos de turbidez em períodos de intensas chuvas. Nessa unidade, a finalidade é que o efluente seja filtrado de maneira ascendente e o afluyente pré-filtrado seja encaminhado à unidade subsequente (Figura 8).

Para reduzir os custos do sistema, pressupôs-se como melhor alternativa de material, uma caixa d'água de 100,0 L de polietileno, que suportaria as intempéries e trabalharia com volume em torno de 70,0 L, suficiente para pré-tratamento, conforme a vazão de consumo. O meio filtrante foi constituído de brita 01 (DN 19,0 mm a 9,5 mm), brita 02 (DN 25,0 mm a 19,0 mm), brita 03 (DN 50,0 mm a 25,0 mm) e brita 05 (DN 100 mm a 76 mm) com granulometrias menores no topo e maiores no fundo.

De forma preliminar, foi possível constatar que este pré-filtro deveria ser utilizado na propriedade devido a alta turbidez da água bruta em dias de intensas precipitações, mesmo sendo provinda da captação da nascente pelo método caxambu.

A caixa d'água de 100 L foi instalada cerca de 0,50 m à jusante da proteção de nascente modelo caxambu e assentada em pedras ardósias, a fim de facilitar o nivelamento em relação ao relevo e evitar resiliência entre materiais do solo e o polietileno. Para tal nivelamento, foi utilizada uma mangueira de nível transparente.

Figura 8: Pré-filtro ascendente – Esquema do processo. R25 = registro esfera DN 25 mm e R32 = registro esfera DN 32 mm.



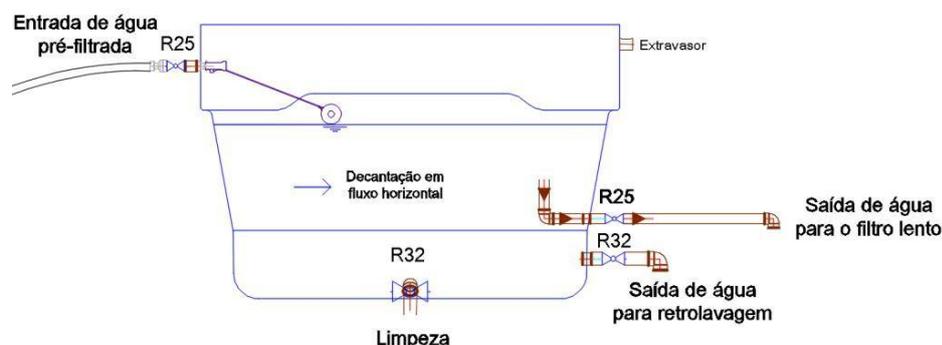
Decantador de fluxo horizontal

A decantação objetivou separar as partículas sólidas pela ação direta da gravidade e reduzir a turbidez da água para o processo de filtração lenta, pois, considerando-se a realidade das áreas rurais, dificilmente ter-se-á um operador responsável pelo monitoramento da eficiência do sistema. Esse tipo de unidade pode ser considerada amortizadora no sentido de manter a qualidade do processo de filtração nestas áreas remotas. O que segue à próxima unidade de tratamento é o sobrenadante deste decantador, o qual passará pelo processo de filtração lenta descendente, posteriormente.

Para o desenvolvimento do presente decantador, foi preciso utilizar de materiais de valores acessíveis, adequando-se ao tempo de projeto e execução, a fim de garantir eficiência operacional apropriada às localidades longínquas. Outra importante particularidade do decantador neste sistema é a utilização do mesmo como reservatório de água para retrolavagem do filtro lento, onde o afluente adentra-se em uma tubulação localizada ao fundo (Figura 9).

A escolha da capacidade deste decantador foi baseada na norma da NBR 12.216/1992 e indicações de (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

Figura 9: Decantador de fluxo horizontal e reservatório para retrolavagem do filtro lento – Processo. R25 = registro esfera DN 25 mm e R32 = registro esfera DN 32 mm com tubulações de mesmo DN.



Filtro lento retrolavável

O desenvolvimento desta unidade de filtração foi baseado em pesquisas de (HUISMAN; WOOD, 1974), (DI BERNARDO; DANTAS, 2005b), (PIZZOLATTI et al., 2010), (SOARES et al., 2010a) e (EMMENDOERFER, 2006).

Um determinante para o desenvolvimento do filtro lento com retrolavagem foi a avaliação do parâmetro turbidez, o qual apontou valores abaixo de 10 uT, principalmente em períodos nos quais não há intensa precipitação. Para os períodos de grande atividade das chuvas, optou-se pelo uso de pré-tratamento, relatado nos itens anteriores.

Outros fatores de grande interferência para o desenvolvimento desta tecnologia foram:

- O filtro deve ser de fácil instalação e manuseio, pois não haverá operação contínua do mesmo;
- Os materiais que constituirão o filtro devem ser de baixo custo, práticos e resistentes à grande variação de temperatura e a intempéries;
- Os materiais filtrantes devem ser apropriados para se obter um processo de filtração eficiente, de acordo com o que é estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do MS para potabilização de água;
- O filtro irá trabalhar para pequenas demandas de água, por isso será instalado individualmente nas propriedades remotas de pequeno porte;
- O filtro poderá trabalhar com taxas variáveis de filtração, já que o controle de entrada de água será realizado por uma boia de nível.

Nesta conjuntura, procurou-se desenvolver e implantar um filtro lento apropriado às características ambientais locais. A Figura 10 mostra a estrutura geral do filtro lento. Tal filtro foi constituído de material PVC resistente a altas pressões, caracterizado por um tubo de PVC com 250 mm de diâmetro e 1,50 m de altura. Desta

maneira, obtendo-se uma seção de escoamento de $A = 0,05 \text{ m}^2$. Todas as tubulações de entrada e saída também foram designadas por serem materiais de PVC, com diâmetros nominais estabelecidos de acordo com o oferecido no mercado.

O meio filtrante (Figura 11) foi estabelecido, baseado em trabalhos de (GRAHAM, N.J.D.; MBWETTE, T.S.A.; DI BERNARDO, 1994), (FERRAZ; PATERNIANI, 2002), (BERGAMINI; PATERNIANI, 2010) e (FERNÁNDEZ et al., 2013), para apresentar: a) uma camada de 20,0 cm de areia fina com diâmetro efetivo de 0,25 mm e coeficiente de desuniformidade $1 \leq x < 2$; b) uma camada de 7,0 cm de areia média diâmetro efetivo 0,55 mm e coeficiente de desuniformidade $1 \leq x < 2$; c) camadas suporte de 5,0 cm contendo seixo rolado médio 1/4 a 1/2 com 6 mm a 12 mm de diâmetro médio e, abaixo, d) 10,0 cm de seixo rolado graúdo 1/2 a 3/4 com 12 mm a 19 mm de diâmetro médio; e) manta de poliéster não tecida com espessura aproximada de 4,0 mm, permissividade de 2,0 s-1, permeabilidade normal de 0,39 cm s-1, abertura aparente de 0,212 mm e permitindo um fluxo de água de 5.820,0 L min⁻¹ m⁻² da linha comercial Bidim RT; f) Carvão antracitoso: massa específica real = 1,4 g/cm³, tamanho efetivo: próximo a 1,0 mm, coeficiente de uniformidade $\leq 1,40$, solubilidade em ácido clorídrico $\leq 5,00 \%$, perda por abrasão $\leq 1,00 \%$.

O uso de carvão no meio filtrante também foi uma alternativa adotada, pois o filtro pode atuar como eficiente removedor de matéria orgânica dissolvida, o que pode ser comprovado pelos resultados de cor verdadeira nas análises de monitoramento de qualidade de água, posteriormente. De mesmo modo, o uso de manta sintética em conjunto com o material filtrante pode possibilitar a adoção de taxas de filtração mais elevadas que as convencionalmente utilizadas para filtração lenta.

A proposta de retrolavagem em filtros lentos foi feita primeiramente por Sens em 1992 em um curso ministrado na Universidade Federal de Santa Catarina (EMMENDOERFER, 2006) e vem sendo desenvolvida e aprimorada por estudos desde então. A retrolavagem com água filtrada é o processo utilizado para a limpeza de filtros rápidos em estações de tratamento de água, contudo nos estudos indicam que a retrolavagem é uma alternativa eficiente para a limpeza de filtros lentos, normalmente limpos por raspagem manual (DE SOUZA et al., 2016; EMMENDOERFER, 2006; ISHII, 2013; MICHELAN, 2010; PIZZOLATTI, 2010; PIZZOLATTI et al., 2014; POERSCH, 2012; SOARES et al., 2010b; SOUZA, 2013). Existem ainda estudos de sistemas de limpeza com a água bruta (ISHII, 2013; PIZZOLATTI, 2010).

A retrolavagem foi então adotada como medida a facilitar a operação do filtro lento e foi dimensionada tomando como referência estudos de expansão média de 40% a uma velocidade de aproximação 0,34 m min⁻¹ por um estudo realizado por (EMMENDOERFER, 2006). Segundo o autor e (PIZZOLATTI, 2010), nesta expansão a camada de areia encontra-se completamente fluidificada e se relata perda de carga na camada suporte de 0,06 m.

Figura 10: Representação do funcionamento do filtro lento.

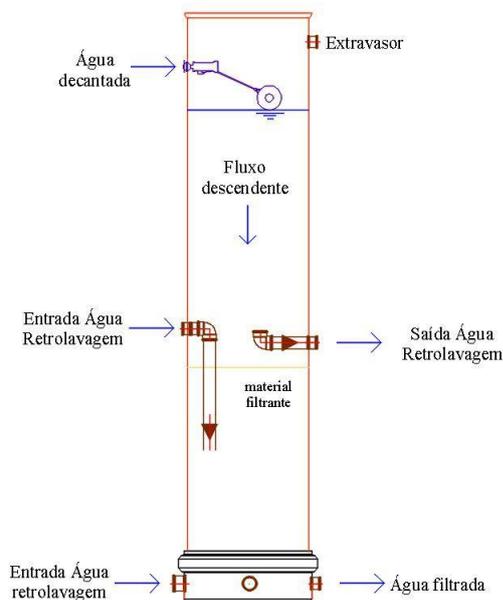


Figura 11: Materiais filtrantes utilizados no sistema de filtração lenta.



Desinfecção

A desinfecção ainda não foi implantada, no entanto, prevê-se cloração por meio de dosadores tipo hidrojetor de hipoclorito de sódio líquido com vazão estipulada de 1,0 a 15,0 L h⁻¹. Este dosador é resistente ao impacto e de fácil aplicabilidade, o que torna favorável ao uso em áreas remotas como a do presente estudo. No entanto, o proprietário decidiu utilizar cloração somente para o abastecimento da agroindústria, eliminando a possibilidade de obter água clorada para as residências.

O dosador será da marca EPEX e funcionará por meio de um hidrojetor destinado a criar um vácuo suficiente no tubo venturi para sucção, diluição e injeção da solução química na água a tratar. A solução química terá a vazão regulada por uma válvula de regulação medida em L hora⁻¹ por um medidor tipo rotâmetro.

Avaliação do Sistema

A partir dos resultados das análises de qualidade de água bruta (AB) e filtrada (AF), explicitados na Tabela 3, foi possível avaliar a eficiência do sistema de tratamento implantado e estabelecer as possíveis melhorias para efetivar a potabilidade na água de consumo.

Os parâmetros cor aparente e turbidez apresentaram-se reduzidos após o dia 04-nov-14, quando ocorreu a implantação do filtro lento. A partir disso, foi possível começar o controle da água bruta (AB) proveniente da pré-filtração (caxambu) e da água filtrada (AF), provinda após o filtro lento.

Neste dia, foi possível verificar um aumento dos valores de turbidez, coliformes totais e cor aparente, tanto da AB, quanto da AF, possivelmente por ter sido um período de intensa atividade pluviométrica. Isso aconteceu devido à diminuição da lixiviação da matéria orgânica, principalmente em suspensão, e ao uso de material filtrante junto à proteção, diminuindo a turbidez do efluente. Segundo dados da EPAGRI/CIRAM 2014, os volumes de precipitações na região de estudo para esse dia de amostragem girou em torno de 61,9 mm

Esse resultado pode ser atribuído ao curto período de funcionamento do sistema, resultando na não maturação do meio filtrante com a formação da camada biológica “schmutzdeck”, que é importante para a remoção dos componentes microbiológicos.

Os altos valores de coliformes termotolerantes e totais, na AB e AF, representaram a forte interferência das chuvas e da ausência de desinfecção para posterior abastecimento.

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, antes (25-mai-14) e após a implantação do sistema de tratamento (04-nov-14 até 18-dez-14).

ÁGUA BRUTA (AB)				
Data Amostragem	Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)
25-mai-14	5	13,3	1100	1100
23-set-14	6	2,7	33	7
4-nov-14	29	47,1	960	10
26-nov-14	6	9,3	480	170
4-dez-14	1	1,4	480	30
9-dez-14	1	1,5	195	175
18-dez-14	0	0,9	160	150
ÁGUA FILTRADA (AF)				
Data Amostragem	Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)
25-mai-14	-	-	-	-
23-set-14	-	-	-	-
4-nov-14	7	21	2220	30
26-nov-14	1	1,7	180	110
4-dez-14	0	1,3	360	30
9-dez-14	1	1,5	90	20
18-dez-14	0	1	260	140

CONCLUSÕES

Segundo o estudo de adequação ambiental, a propriedade encontra-se regular perante ao que preconiza o Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), no entanto, foi necessário executar atividades de precaução no intuito de proteger e restabelecer a mata nativa na APP em torno da nascente, que serve como fonte de abastecimento de água para a propriedade e agroindústria.

Seguindo o que preconiza a Lei 11.445/2007, foi possível desenvolver um sistema alternativo, descentralizado e adequado para tratamento de água em prol da qualidade que é estabelecida pela Portaria 2.914/2011, para consumo humano.

Mesmo o sistema sendo de fácil operação e de baixo custo, percebeu-se, através dos resultados de qualidade de água, que o mesmo é eficiente em relação a alguns parâmetros físico-químicos analisados, porém para o tratamento microbiológico efetivo, exigido pela Portaria 2.914/2011, o sistema necessita de um processo de desinfecção.

RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se um maior período de estudo operacional e de monitoramento do sistema, incluindo desinfecção por cloração, para se obter maior efetividade no tratamento, assim como, a finalização da adequação ambiental das parte degradadas na propriedade como um todo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMINI, N. C.; PATERNIANI, J. E. S. Benefícios do emprego de mantas não tecidas instaladas no topo da camada de areia de filtros lentos no tratamento de água para pequenas comunidade. **Omnia Exatas**, v. 3, p. 53–59, 2010.

CALHEIROS, R. DE O. et al. **Preservação e Recuperação das Nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004.

COLLINS, M. R.; EIGHMY, T. T.; MALLEY, J.P., J. Evaluating modifications to slowsand filters. **Journal of American Water Works Association**, v. 83, n. 9, p. 62–70, 1991.

DE SOUZA, F. H. et al. Study of slow sand filtration with backwash and the influence of the filter media on the filter recovery and cleaning. **Environmental Technology**, v. 33, n. February, p. 1–9, 2016.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e técnicas de Tratamento de Água - Volume 1**. 2nd. ed. São Carlos: RiMa, 2005a.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e técnicas de Tratamento de Água - Volume 1**. 2nd. ed. São Carlos: RiMa, 2005b.

EMMENDOERFER, M. L. **Filtração Lenta Com Retrolavagem Para Propriedades Rurais De Uso Familiar**. Florianópolis Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso, , 2006.

FERNÁNDEZ, J. M. et al. Uso de Mantas Sintéticas y Naturales en Filtración Lenta en Arena. Una Experiencia en Ambientes Tropicales. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

FERRAZ, C. F.; PATERNIANI, J. E. S. Redução da Espessura da Camada Suporte através da Substituição por Mantas não-tecidas na Filtração Lenta de Águas de Abastecimento. **ABES**, v. 7, p. 15, 2002.

GRAHAM, N.J.D.; MBWETTE, T.S.A.; DI BERNARDO, L. Fabric protected slow sand filtration: a review. **Slow Sand Filtration - an international compilation of recent scientific and operational developments**. **American Water Works Association**, p. 95–105, 1994.

HUISMAN, L.; WOOD, W. **Slow sand filtration**. Geneva: World Health Organization, 1974.

IBGE. **Acesso ao sistema de abastecimento de água - área rural**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>.

ISHII, M. M. **Filtração lenta com retrolavagem para tratamento de água de abastecimento**. Florianópolis:

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso, 2013.

LAGARES, L.; LAGES, V.; BRAGA, C. **Valorização de produtos com diferencial de qualidade e identidade**. 1ª Edição ed. Brasília: [s.n.].

LINDER, M. O. **Dinâmicas Territoriais de Desenvolvimento: O caso da Serra Catarinense**. [s.l.] Universidade de São Paulo - USP, 2012.

MICHELAN, D. C. G. DOS S. **Filtração Em Margem De Rio Precedendo A Filtração Lenta, Para Remoção De Carbofurano, Em Tratamento De Água Para Consumo Humano**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

PIZZOLATTI, B. S. et al. Water treatment for rural areas by slow sand filtration. **asae.frymulti.com**, v. 2010, n. 701, p. 21–24, 2010.

PIZZOLATTI, B. S. **Estudos de Limpeza de Filtro lento por Raspagem e Retrolavagem** Florianópolis, 2010.

PIZZOLATTI, B. S. et al. Comparison of backwashing with conventional cleaning methods in slow sand filters for small-scale communities. **Desalination and Water Treatment**, n. January 2014, p. 1–7, 2014.

POERSCH, F. C. D. A. **Sistema de Filtros Lentos Descendentes com Retrolavagem sem Reservatório Elevado**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso, 2012.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. DE. **Tratamento de Água: tecnologia atualizada**. São Paulo (SP) : Edgard Blucher : FAPESP: [s.n.].

SENS, M. L. et al. **Saneamento Rural. Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água Programa de Capacitação em Gestão da Água Saneamento rural**. Florianópolis: Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina., 2014.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnósticos água e esgoto**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

SOARES, M. B. D. et al. Backwashed slow sand filtration for water supply during droughts periods in animal production. **ASABE - 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment 2010**, v. 2010, n. 701, p. 373–377, 2010a.

SOARES, M. B. D. et al. Backwashed Slow Sand Filtration for Water Supply during Droughts Periods in Animal Production. **21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment**, v. 2010, n. 701, p. 21–24, 2010b.

SOUZA, F. H. DE. **Influencia do Diametro Efetivo do Meio Filtrante em Filtros Lentos Retrolavaveis**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso, 2013.

STUKEL, T. et al. A Longitudinal Study of Rainfall and Coliform Contamination in Small Community Drinking Water Supplies. **Environmental Science & Technology**, v. 24, n. 4, p. 571–575, 2003.

TODD, D. K. **Ground Water Hydrology**. New York: [s.n.].