



**Universidade Federal do Oeste do Pará
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas
Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE UMA NASCENTE DA MICROBACIA DO
URUMARI NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PA UTILIZANDO O MODELO
“CAXAMBU”**

JAIME ELIAS PINHO SOUSA

**Santarém - Pará.
2018**

JAIME ELIAS PINHO SOUSA

**RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE UMA NASCENTE DA MICROBACIA DO
URUMARI NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PA UTILIZANDO O MODELO
“CAXAMBU”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e
Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará,
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária e Ambiental.

Área de concentração:
Gestão Ambiental

Orientador:
Prof. Dr. Lucinewton Silva de Moura

Santarém - Pará.
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA

S725r Sousa, Jaime Elias Pinho
Recuperação e proteção de uma nascente da microbacia do Urumari no município de Santarém – PA utilizando o modelo “Caxambu”./ Jaime Elias Pinho Sousa. – Santarém, 2018.
57 fls.: il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Lucinewton Silva de Moura
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental.

1. Nascentes. 2. Mata ciliar. 3. Fonte Caxambu. I. Moura, Lucinewton Silva de, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 628.162098115

Bibliotecário - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do Autor: SOUSA, Jaime Elias Pinho

Título: Recuperação e proteção de uma nascente da microbacia do Urumari no Município de Santarém – PA utilizando o modelo “Caxambu”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Data da Aprovação:

Banca Examinadora:

_____ Orientador e Presidente
Prof. Dr. Lucinewton Silva de Moura
Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental /Universidade Federal do Oeste do Pará

_____ Membro Titular
Prof. Dr. Ruy Bessa Lopes
Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará

_____ Membro Titular
Prof^a. MSc. Jéssyca Ingles Nepomuceno dos Santos
Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará

_____ Membro Titular
Prof. MSc. Sergio de Gouveia de Melo
Curso de Engenharia Civil / Universidade Luterana do Brasil

_____ Membro Titular
Prof. MSc. Miguel Borghezan
Curso de Direito / Universidade Luterana do Brasil

Dedico a toda a minha família, meus pais, meus irmãos, minha sogra, meus cunhados, sobrinhos, em especial aos meus filhos e minha esposa que tanto amo, são pessoas que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos! Deus nos guia sempre.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus, que permitiu e permite o desenvolvimento deste projeto, apesar das adversidades, Ele me fortalece e me faz perseverar, para que eu seja uma pessoa e um profissional que esteja a disposição da sociedade e dos meus pares para promover o bem comum, com respeito e ética.

Ao meu pai, o senhor Francisco Martins de Sousa, mais conhecido como Chicão que buscou, na medida do possível propiciar uma boa qualidade de vida à nossa família, apesar de hoje infelizmente não gozar da sua saúde plena será sempre uma referência de bom pai que buscou e busca o bem-estar de seus filhos e esposa.

À minha novinha, como é conhecida minha mãe, mulher guerreira e trabalhadora, Iracema Pinho Sousa, para ela a única riqueza que deixará pra nós filhos é o conhecimento, segundo minha mãe não há riqueza maior. Perseverança e conhecimento são características que segundo ela nos fará termos sucesso e referência na nossa vida profissional e pessoal.

Aos meus filhos, João Felipe e André Lucas que algumas vezes são mais meus pais do que filhos, por me entenderem e compreenderem, a importância dessa fase de nossas vidas. Agradeço sempre a Deus pelos bons filhos que vocês se tornaram, amo vocês do fundo do meu coração

À minha esposinha querida, Conceição Denice, o que seria de mim se você não estivesse a meu lado para me dá forças nos nossos momentos difíceis, das vezes que pensei em desistir e lá vinha você com toda sua força e compreensão elevando minha moral, fazendo-me voltar com todo vigor, união é a palavra chave para uma instituição chamada família, te amo minha esposa.

Aos meus irmãos Maria Aparecida, Paulo Roberto, Alcindo Moisés, Maria Auxiliadora, Tadeu Germano e Maria Luciana, podem ter certeza que há um pouco de cada um de vocês nesta história com final feliz.

À família de minha esposa, a casa da minha sogra era e é local pra desestressar e renovar as baterias.

As minhas amigas de fé minhas irmãs camaradas, Marion Rabelo e Francianne Fontenelle, vocês são parceiras nos maus e bons momentos, este projeto foi próspero pela perseverança e compreensão quando não havia solução, obrigado por compartilhar suas amizades quando mais precisei.

Ao meu orientador professor Dr. Lucinewton que me incumbiu de realizar um projeto tão maravilhoso e acreditando sempre no meu potencial, o senhor é um visionário, foi um prazer cruzar seu caminho de prosperidade, o primeiro passo foi dado e o senhor é o responsável por essa nova caminhada.

Ao professor Dr. Rodolfo Maduro Almeida e Joseph Simões Ribeiro, que contribuíram e muito na confecção dos mapas.

Ao meu fiel escudeiro Sergio Barbosa que sempre me socorre nas horas que mais preciso.

RESUMO

SOUSA, J. E. P. de **Recuperação e proteção de uma nascente da microbacia do Urumari utilizando o modelo Caxambu**. 2018. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) – Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste do Pará.

A expansão urbana desordenada, principalmente em áreas denominadas APP's (Áreas de Preservação Permanente) e, conseqüentemente a retirada da mata ciliar e o assoreamento do corpo hídrico, pisoteio de animais, tráfego de pessoas devido à proximidade de estradas, vem ocasionando impactos ambientais que comprometem a integridade física da microbacia do Urumari. O presente trabalho teve por objetivo implantar o sistema de Proteção de Fonte Modelo Caxambu para recuperação e preservação da nascente localizada próximo à Microbacia do Urumari. Esta tecnologia desenvolvida pela Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) no início da década de 90 e aplicada no município de Caxambu do Sul, tem grande vantagem ambiental, o sistema garante que a nascente não seja contaminada por agentes externos um sistema simples, prático, eficiente e de baixo custo, que executado de forma correta garante a qualidade da água. Por isso é possível afirmar que o referido método é eficiente e de suma importância para minimizar os problemas de quantidade e qualidade de águas disponíveis seja em áreas rurais ou urbanas. Conforme o levantamento realizado, tanto as nascentes quanto as matas ciliares precisam ser protegidas, num raio de 50 metros para as nascentes e 30 metros para as matas ciliares em ambas as bordas do igarapé. Conjuntamente a esse procedimento a área precisa ser cercada para evitar o desmatamento, a compactação do solo e a diminuição da vazão do corpo hídrico, protegida pelo sistema "Caxambu". A água desta nascente atende aos padrões da qualidade das águas superficiais, artigo 4º Classe Especial, conforme estabelecido pela Resolução nº357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Palavras – chave: Nascentes, Mata Ciliar, Fonte Caxambu

ABSTRACT

The Disordered urban sprawl, especially in areas called APPs (Permanent Preservation Areas) and, consequently, the removal of riparian forest and the sedimentation of the water body, animal trampling, people's traffic due the proximity of roads, has been causing several environmental impacts that compromise the physical integrity of the Urumari microbasin. This study aimed to implanting the Caxambu Model Source Protection System for the recovery and preservation of the Water Source located near the Urumari microbasin. This technology was developed by Epagri (Company of Agricultural Research and Rural Extension of Santa Catarina) in the early 90's and applied in the city of Caxambu do Sul, has a great environmental advantage, the system ensures that the source is not contaminated by external agents, it's a simple, practical, efficient and low-cost system that ensures the correctly performs of water quality. Therefore, it's possible to affirm that this method is efficient and extremely important to minimize the problems of quantity and quality of water available in rural or urban areas. According to the survey, both springs and riparian forests need to be protected, within a radius of 50 meters to the springs and 30 meters to the riparian forests at both edges of the stream. Together with this, the procedure the area needs to be surrounded to avoid deforestation, the compaction of the soil and the reduction of the flow of the water body, protected by the "Caxambu" system. The water of this spring meets the standards of surface water quality, Article 4 Special Class, as established by Resolution No. 357 of March 17, 2005, National Environmental Council - CONAMA.

Keywords: Springs, Riparian Forest, Caxambu Fountain

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do ciclo hidrológico e a formação das nascentes	16
Figura 2 - Nascente de encosta sem acúmulo inicial	17
Figura 3 - Limites de preservação das matas ciliares.	27
Figura 4 - Modelo de tubo utilizado para a Proteção de Nascentes do Tipo Caxambu	29
Figura 5 - Esquema de Instalação de fonte modelo Caxambu.....	30
Figura 6 - Mapa de localização da cidade de Santarém – Pará, Brasil.	34
Figura 7 - Mapa de Localização da nascente com sua referida elevação	36
Figura 8 - Mapa de declividade, abrangendo a nascente e o curso do igarapé do Urumari	37
Figura 9 - GPS Garmin, modelo GPSmap60CSx, utilizado para obter as coordenadas	38
Figura 10 - Escolha do local para ser implantada a Proteção de Fonte Caxambu ...	40
Figura 11 - Tubo de concreto de 200mm com os canos de PVC	41
Figura 12 - Limpeza do local de captação de água	42
Figura 13 - Abertura da vala para colocação do tubo de concreto	43
Figura 14 - Colocação de material seco do próprio local para assentamento do tubo	43
Figura 15 - Assentamento do tubo	44
Figura 16 - Colocação manual das pedras	45
Figura 17 - Colocação de pedaços de tijolos	45
Figura 18 - Colocação do cano para desinfecção	46
Figura 19 - Acomodação da lona	46
Figura 20 - Cobertura de toda estrutura com terra	47
Figura 21 - Cobertura de toda estrutura com terra	47
Figura 22 - Presença de vegetação exótica Bambusoideae (bambu) próximo a nascente	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrão microbiológico da água para consumo humano.	20
Tabela 2 - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção	20
Tabela 3 - padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde	21
Tabela 4 - Padrão de radioatividade para água potável.....	22
Tabela 5 - Padrão organoléptico de potabilidade.....	23
Tabela 6 - Enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes	24
Tabela 7 - Parâmetros microbiológicos, conforme resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA	48
Tabela 8 - Resultado da Análise Físico-químico da amostra coletada antes da implantação da fonte Caxambu	49
Tabela 9 - Resultado da Análise Físico-químico da amostra coletada depois da implantação da fonte Caxambu	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Ciclo hidrológico e hidrogeologia da nascente.....	15
3.2 Nascentes ou olhos d'água	18
3.3 Vegetação e / ou mata ciliar	25
3.4 As Áreas de Preservação Permanente (APP'S)	26
3.5 Proteção de nascentes	28
3.5.1 Recuperação e proteção de nascentes através do modelo Caxambu	28
3.6 Impacto ambiental	30
3.7 Degradação ambiental.....	31
3.8 Educação ambiental	32
4 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1 Área de estudo	34
4.2 Coleta de dados	38
4.3 Recursos materiais/tecnológicos necessários	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais características dos centros urbanos na Amazônia é a formação de cidades vinculadas aos garimpos, agronegócios ou a projetos extrativistas, sem se preocupar no primeiro momento em infraestrutura voltada para o bem-estar da população, como ausência de serviços de saneamento, gerando baixos índices de desenvolvimento. Em paralelo a extração desenfreada dos recursos naturais, ocorreu a ocupação em locais, onde havia água em abundância e de fácil acesso, através dessas ocupações começaram a surgir os primeiros povoados, as primeiras cidades e conseqüentemente os primeiros impactos ambientais, em decorrência da ocupação desenfreada e desordenada, alterando as características do meio ambiente, principalmente no que diz respeito às bacias hidrográficas e matas ciliares.

Santarém é um município rico em recursos naturais, que são explorados na maioria das vezes de forma inadequada, tendo um aproveitamento abaixo do esperado para proporcionar à população uma melhor qualidade de vida e uma melhor harmonia com o meio ambiente. O município está localizado na região Oeste do Pará, onde é cortado por uma Rodovia Federal, que é a BR 163, Santarém-Cuiabá, e, duas Rodovias Estaduais, que são as PA 370 - Santarém / Curuá-Una e a PA 457 - Rodovia Everaldo Martins, que liga Santarém a Alter do Chão.

Estas Rodovias proporcionam desenvolvimento econômico e cultural muito forte para o município, porém, estas também trazem consigo impactos negativos, principalmente quando se fala em meio ambiente, no que tange ao crescimento populacional acelerado e desordenado, para que ocorra a expansão urbana no referido município, que de certa forma não se preocupa com o meio ambiente, e, conseqüentemente contribuem para a degradação ambiental. Neste sentido, houve a preocupação em buscar soluções para minimizar o estresse ambiental na chamada microbacia do Urumari, esta, abundante em nascentes, que recuperadas, protegidas e preservadas garantirão uma melhor qualidade de vida aos seus habitantes e usuários. Áreas de risco ambiental (áreas onde não é recomendada a construção de casas ou instalações, pois são muito expostas a desastres naturais, como desabamentos e inundações) foram ocupadas indevidamente, fazendo com que os cursos d'água sejam cada vez mais degradados (GUIMARÃES, 2012).

Para evitar a contaminação e melhorar a qualidade e a produção de água da nascente, a mesma deve ser recuperada e protegida, evitando desta forma a entrada de agentes poluidores externos, como; folhas, galhos, animais mortos, fezes e urina de animais, entre outros, e, desta forma possibilitar o acesso a água de boa qualidade aos moradores que fazem uso do recurso hídrico de bem comum.

Acredita-se que, demonstrando de maneira prática o processo de proteção de nascente através do modelo tipo Caxambu, modelo este desenvolvido pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), na cidade de Caxambu do Sul, os moradores que utilizam a água dessa nascente, para o consumo diário possam adquirir o conhecimento de como proteger, preservar e conservar a nascente e ter a consciência de sua importância para a qualidade de vida. Na Comunidade de Saubal, a água oferecida atualmente pela COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará) não atende a área acima citada, e, pretende-se com a utilização deste estudo demonstrar uma alternativa que possibilita o acesso à água de boa qualidade. Com isso um maior número de pessoas estará tecnicamente instruído para realizar este tipo de melhoria nos locais onde houverem estas nascentes, tornando-se disseminadores do conhecimento relacionado à melhoria da qualidade da água.

A proteção à nascente com a Fonte modelo Caxambu, um sistema de filtragem natural da água, é uma medida que ajuda a preservar a qualidade e a disponibilidade da água para o consumo humano. Além disso, “evita a contaminação, seja por resíduos sólidos, agrotóxicos ou por dejetos humanos e/ou de animais, ou seja, de agentes externos e diminui a possibilidade de contaminação bacteriológica da água”. (EPAGRI, SC).

Levando em consideração as condições da água advinda da nascente, acredita-se que este projeto de proteção e captação de água da mesma tem a finalidade de melhorar a quantidade e a qualidade da água fornecida pela nascente as famílias que já utilizam para consumo humano, além de ser uma economia para a mesmas.

Dentro deste contexto, o presente estudo, expõe uma das técnicas utilizadas como instrumento de recuperação, proteção e conservação de nascentes denominado Caxambu.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Construir uma proteção de fonte Modelo tipo Caxambu com o intuito de recuperar um olho d'água (nascente), assegurando água em quantidade e qualidade apropriada para o consumo das famílias que vivem próximas à Microbacia do Urumari.

2.2 Objetivos específicos

- Planejar todos os recursos materiais/tecnológicos, humanos, financeiros necessários à execução do Projeto;
- Construir e demonstrar o passo a passo do filtro natural, fonte de proteção modelo Caxambu.
- Avaliar o funcionamento da fonte modelo Caxambu e se atende aos critérios estabelecidos para o consumo humano após sua implantação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Água e matas ciliares estão ligadas diretamente. A vegetação, por ser diretamente relacionada a permeabilidade dos solos, é determinante para a regularidade da vazão dos rios, a mata ciliar estabiliza as margens, evitando erosões e o assoreamento dos cursos hídricos, entre tantas outras funções importantes (SMA, 2009).

Para uma melhor compreensão dentro do que será tratado nesta pesquisa, é necessário entender e relacionar alguns conceitos que nortearão a formação do quadro da referida área de estudo, pois as questões ambientais estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento de uma região; as crises políticas, sociais e econômicas; criando a relação crescimento populacional acelerado e desordenado favorecendo degradação ambiental, e, dentro deste contexto encontrar soluções para minimizar os impactos que serão relevantes para proporcionar uma melhor harmonia entre a sociedade e o meio ambiente. Dentre esses conceitos temos:

3.1 Ciclo hidrológico e hidrogeologia da nascente

Segundo Castro e Lopes (2001), simplificada, ciclo hidrológico é o caminho que a água percorre desde a evaporação no mar, passando pelo continente e voltando novamente ao mar.

A chuva apresenta alguns destinos dentro da área de uma bacia hidrográfica, sendo parcialmente interceptada pela vegetação, evapora e retorna para a atmosfera, parte escoada superficialmente formando enxurrada. No entanto, a parte de maior interesse no contexto das nascentes é aquela que se infiltra no solo (CALHEIROS, 2004). A Figura 1 apresenta a dinâmica das águas e alguns tipos de nascentes possíveis.

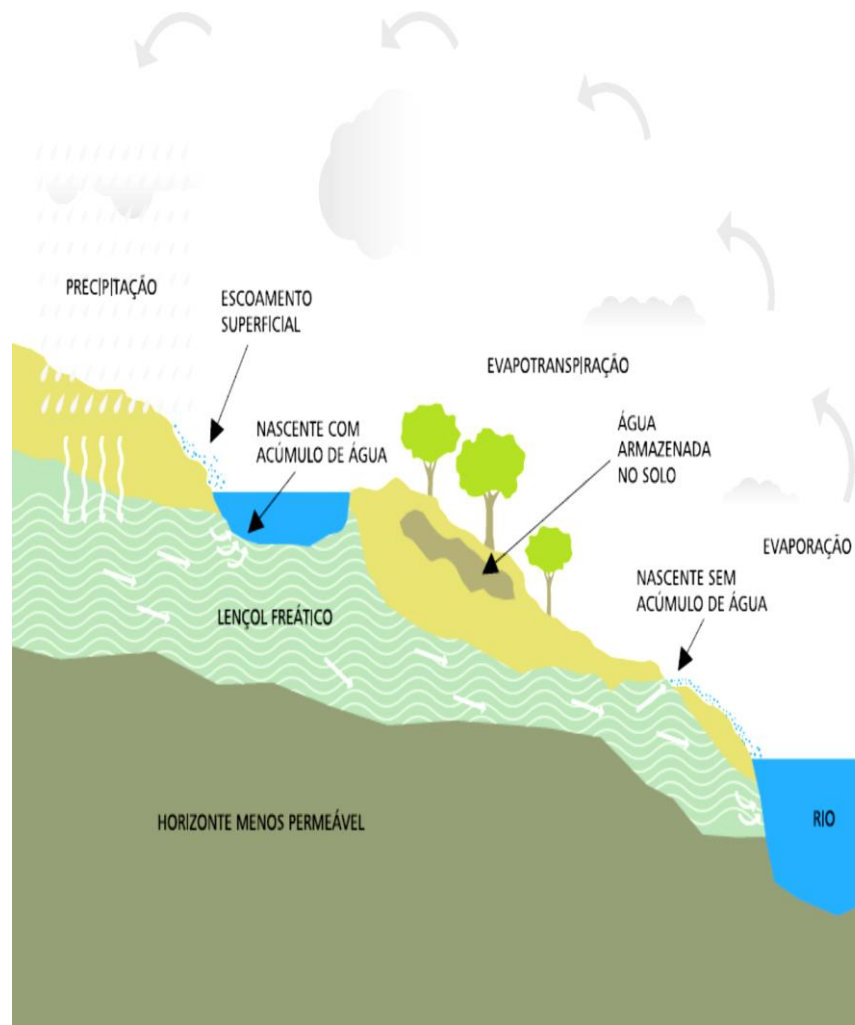


Figura 1: Representação do ciclo hidrológico e a formação das nascentes
 Fonte: Caderno Mata Ciliar, 2009

Quando a região saturada (região onde todos os poros e fissuras das rochas estão preenchidos com água, constituindo o aquífero), se localiza sobre uma camada impermeável e possui uma superfície livre sem pressão, a não ser a atmosférica, tem-se o chamado lençol freático ou lençol não confinado. Quando se localiza entre camadas impermeáveis e condições especiais que façam a água movimentar-se sob pressão, tem-se o lençol artesianos ou lençol confinado.

A localização das nascentes se dá comumente em encostas ou depressões do terreno, podendo também ocorrer no nível de base, representada pelo curso d'água local; podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

O nível do lençol freático é elevado até a superfície provocando o encharcamento do solo devido ao armazenamento de água infiltrada oriundo de

partes mais baixas do terreno (SEMA-PR, 2010). São conhecidas como difusas, as várias e pequenas nascentes, espalhadas por todo o terreno, provenientes deste encharcamento. Enquanto que as que apresentam descarga do aquífero concentrada em uma pequena área localizada, sem acúmulo de água inicial, são classificadas como pontuais. As nascentes podem ser perenes (fluxo contínuo) ou temporárias (fluxo sazonal).

Pode-se dividir as nascentes quanto à sua formação. Nascente sem acúmulo d'água inicial e nascente com acúmulo. No caso da nascente a ser recuperada e protegida é a nascente ou olho d'água sem acúmulo de água inicial, quando a descarga de um aquífero concentra-se em uma pequena área localizada. Este tipo de nascente é comum quando o afloramento ocorre em um terreno declivoso, surgindo em um único ponto em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta. São exemplos desse tipo as nascentes de encosta e de contato. Conforme Figura 2.



Figura 2: Nascente de encosta sem acúmulo inicial
Fonte; o autor, 2018

3.2 Nascentes ou olhos d'água

É o ponto inicial de um curso d'água, sendo está caracterizada como o ponto onde a água aflora iniciando, então, o canal que formará a drenagem propriamente dita.

O Código das Águas (BRASIL, 1934), considera como nascente “as águas que surgem naturalmente ou por indústria humana, e correm dentro de um só prédio particular, e ainda que o transponham, quando elas não tenham sido abandonadas pelo proprietário do mesmo”.

As nascentes, também conhecidas como minações, fios d'água, olhos d'água e fontes, são pontos de descarga dos aquíferos.

Segundo Calheiros (2009), é o “afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios)”.

As águas superficiais são muito afetadas pelo manejo inadequado dos solos e dos dejetos animais. Em muitas propriedades a inexistência de áreas de preservação permanente, que incluem a proteção de nascentes e suas áreas de entorno, reduz a ocorrência de afloramentos espontâneos de água e provoca até mesmo o desaparecimento de mananciais e fontes eficientes. (FLOSS, 2011).

A Resolução CONAMA 303/2002, define nascentes ou olhos d'água, como os locais onde afloram naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

A nascente ideal, afirma Calheiros (2009), “é aquela que fornece água de qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia”. Essas nascentes, quando alimentadas por parte das precipitações das chuvas que penetram no solo da bacia hidrográfica, formam os lençóis subterrâneos e retornam aos poucos à superfície, abastecendo os cursos d'água, mantendo a vazão principalmente durante os períodos de seca. Por isso as nascentes são de fundamental importância para o uso social e econômico da água.

A perenidade e a vazão de uma nascente, visto que esta é o afloramento de um aquífero subterrâneo, depende da eficiência com que o aquífero, independentemente de sua natureza, está sendo recarregado, ou seja, depende da

forma como os recursos naturais (solo e cobertura vegetal) são manejados com relação à infiltração da água da chuva e ao controle do escoamento superficial (PARANÁ, 2010).

Geralmente as nascentes são classificadas quanto a espacialidade como pontuais ou difusas. As do tipo pontual diz respeito aos “olhos d`água”, fontes entre outras, localizadas em grotas e no alto de serras (CASTRO apud PINTO, 2004). Já as difusas são caracterizadas por representar uma área do terreno onde aflora a água subterrânea e que ao longo do tempo, podem ou não, se movimentarem com as oscilações da dinâmica climática. Ocorrem em brejos, voçorocas e matas planas em baixas altitudes (CASTRO apud PINTO, 2004).

Para Valente *et al.* (2005), as nascentes podem ser classificadas quanto a origem e quanto a vazão. Em se tratando da origem temos os seguintes tipos:

Nascente freática: se dar pelo afloramento da água subterrânea contida no lençol freático em diversos pontos da superfície;

Nascente artesianas: ocorre pontualmente na superfície ou em pontos de encosta, ou ainda quando há fraturas na rocha por onde a água entre uma camada de rocha impermeável aflora à superfície.

Para Calheiros (2009), uma vez considerada a viabilidade de aproveitamento de uma nascente, para aumentar o rendimento e evitar contaminações superficiais, podem ser efetuadas pequenas intervenções como escavações, construção de estruturas de captação e/ou reservação e canalização para os locais onde a água será utilizada.

A proteção e a recuperação de nascentes, visando o abastecimento de populações, consistem em soluções de extrema importância, capazes de minimizar o sofrimento dessas populações.

Proteger o afloramento natural é uma medida que pode ajudar a preservar a qualidade e a disponibilidade de água. Deve-se ter especial atenção, pois é preciso considerar a necessidade de reduzir a contaminação por resíduos sólidos, agrotóxico, dejetos humanos e animais. É importante, também reduzir o desmatamento, principalmente das encostas e da mata ciliar, além de proteger o solo (EPAGRI, 2007).

Considerando a importância das nascentes para o uso social e econômico da água, é fundamental, para a possibilidade desses usos, o atendimento aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação pertinente. No Brasil, o MINISTÉRIO DA

SAÚDE emitiu a Portaria 2.914, 2011, que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” (BRASIL, 2011).

De acordo com a referida Portaria do Ministério da Saúde, a água para consumo humano deve estar de acordo com os padrões microbiológicos de potabilidade apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água para consumo humano		
Parâmetro		VPM⁽¹⁾
Escherichia coli ⁽²⁾		Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento		
Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
Escherichia coli.		Ausência em 100ml.
Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.
	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes.	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Fonte: Brasil, 2011.

Em complementação aos indicadores microbiológicos também devem ser observados padrões com relação à turbidez, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela de Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

Tratamento da água	Valor máximo permitido
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT (unidade de turbidez) em 95% das amostras.
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 ⁽³⁾ uT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 ⁽³⁾ uT ⁽²⁾ em 95% das amostras

Fonte: Brasil, 2011.

Nota 1

(1) Valor máximo permitido; (2) Indicador de contaminação fecal; (3) Indicador de eficiência de tratamento; (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Nota 2

(1) Valor máximo permitido; (2) Unidade de Turbidez; (3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

Ainda estabelece a Portaria que a água para consumo humano deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	Unidade	VMP ⁽¹⁾	PARÂMETRO	Unidade	VMP ⁽¹⁾
INORGÂNICAS			AGROTÓXICOS		
Antimônio	mg/L	0,005	Alaclor	µg/L	20,0
Arsênio	mg/L	0,01	Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Bário	mg/L	0,7	Atrazina	µg/L	2
Cádmio	mg/L	0,005	Bentazona	µg/L	300
Cianeto	mg/L	0,07	Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
Chumbo	mg/L	0,01	2,4 D	µg/L	30
Cobre	mg/L	2	DDT (isômeros)	µg/L	2
Cromo	mg/L	0,05	Endossulfan	µg/L	20
Fluoreto ⁽²⁾	mg/L	1,5	Endrin	µg/L	0,6
Mercúrio	mg/L	0,001	Glifosato	µg/L	500
Níquel	mg/L	0,07	Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Nitrato (como N)	mg/L	10	Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Nitrito (como N)	mg/L	1	Lindano (gama HCH) ⁽⁴⁾	µg/L	2
Selênio	mg/L	0,01		µg/L	10
			Metolacloro		
Urânio	mg/L	0,03	Metoxicloro	µg/L	20
ORGÂNICAS			Molinato	µg/L	6
Acrilamida	µg/L	0,5	Pendimetalina	µg/L	20
Benzeno	µg/L	5	Pentaclorofenol	µg/L	9
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7	Permetrina	µg/L	20
Cloreto de Vinila	µg/L	5	Propanil	µg/L	20
1,2 Dicloroetano	µg/L	10	Simazina	µg/L	2
1,1 Dicloroetano	µg/L	30	Trifluralina	µg/L	20
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	µg/L	50	CIANOTOXINAS		
Diclorometano	µg/L	20	Microcistinas ⁽³⁾	µg/L	1,0
Di(2-etilhexil) ftalato	µg/L	20	Saxitoxinas	µg equiv. STX/L	3,0
Estireno	µg/L	20	Monocloramina	mg/L	3

Pentaclorofenol	µg/L	9	2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2			
Tetracloroeteno	µg/L	40			
Triclorobenzenos	µg/L	20			
Tricloroeteno	µg/L	70			
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO(5)					
Ácidos haloacéticos total	mg/L	0,08			
Bromato	mg/L	0,025			
Clorito	mg/L	0,2			
Cloro residual Livre	mg/L	5			
Cloraminas Total	mg/L	4,0			
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2			
Trihalometanos Total	mg/L	0,1			

Fonte: Brasil, 2011.

Também são estabelecidos padrões máximos de radioatividade, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela de padrão de radioatividade para água potável

Parâmetro	Unidade	VMP(1)
Rádio-226	Bq/L	1,0(2)
Rádio-228	Bq/L	0,1(2)

Fonte: Brasil, 2011.

São aceitáveis para consumo as águas que estiverem em conformidade com os parâmetros apresentados na Tabela 5.

Nota 3

Valor máximo permitido; (2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP deste quadro; (3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses; (4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado; (5) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Nota 4

Valor máximo permitido; (2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Tabela 5 – Tabela de padrão organoléptico de potabilidade

Parâmetro	Unidade	VMP(1)
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH(2)	15
1,2 diclorobenzeno	mg/L	0,01
1,4 diclorobenzeno	mg/L	0,03
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Gosto e odor (3)	Intensidade	6
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT(4)	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: Brasil, 2011.

O abastecimento de populações rurais difusas através de nascentes pode ser considerado como uma solução alternativa. Para estes casos, a Resolução 357/2005 estabelece apenas uma amostragem no ponto de consumo, com frequência mensal, para fins de análise de cor, turbidez e coliformes totais e frequência diária para a análise de cloro residual livre (CRL).

Nota 5

(1) Valor máximo permitido; (2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); (3) critério de referência; (4) Unidade de turbidez.

Navegação				X			X			X
Harmonia paisagística				X			X			X

Fonte: Resolução Conama no 357, 2005, *Classe Especial, adaptada.

3.3 Vegetação e / ou mata ciliar

Dentre os demais conceitos que envolvem este trabalho, o que tem maior ênfase no que diz respeito a recuperação, proteção e preservação das nascentes é a definição de vegetação e / ou mata ciliar, é o que veremos a seguir.

Entende-se por vegetação ciliar ou ripária, aquela que margeia as nascentes e os cursos de água. Além destas, Martins (2007) cita entre as denominações comumente usadas em diferentes regiões do Brasil, floresta ripária, florestas ribeirinhas, matas de galeria, floresta ripícola, e floresta beiradeira. Definindo mais tecnicamente esta vegetação, o autor denomina como mata ciliar aquela vegetação remanescente nas margens dos cursos de água em uma região originalmente ocupada por mata e, como mata de galeria aquela vegetação mesofílica que margeia os cursos de água onde a vegetação natural original não era mata contínua.

Independente de origem ou denominação, a vegetação que margeia as nascentes e cursos de água é fundamental para a preservação ambiental e em especial para a manutenção das fontes de água e da biodiversidade.

A mata ciliar é um tipo de cobertura vegetal nativa, que fica às margens de rios, igarapés, lagos, nascentes e represas. O nome “mata ciliar” vem do fato de serem muito importantes para a proteção de rios e lagos tal como são os cílios para nossos olhos. As matas ciliares também são conhecidas como mata de galeria, vegetação ribeirinha ou vegetação ripária.

As matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ecológico, oferecendo proteção para as águas e o solo, reduzindo o assoreamento e a força das águas que chegam de nascentes, rios, lagos e represas, mantendo a qualidade da água e impedindo a entrada de poluentes para o meio aquático. Formam, além disso, corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade; fornecem alimento e abrigo para a fauna; constituem barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura; e, durante seu crescimento, absorvem e fixam

dióxido de carbono, um dos principais gases responsáveis pelas mudanças climáticas que afetam o planeta (AUGUSTOS, 2012).

Mata ciliar é o conjunto de toda vegetação situada nas margens dos cursos d'água, protegendo e aumentando a capacidade de infiltração no solo da água da chuva, funcionando como uma espécie de esponja, bem como evitando as enxurradas e regulando o ciclo da água (LIMA *et al*, 2008).

Santos *et. al* (2008), correlacionam a presença da mata ciliar com a redução da poluição difusa rural, caracterizada pela redução nos níveis de erosão e sedimentação que representam uma séria ameaça aos reservatórios de água do país e que resultam no aumento de muitas doenças de disseminação hídrica, principalmente causadas por vírus e bactérias que são carregadas adsorvidos aos sedimentos.

O Código Florestal Brasileiro foi estabelecido pela lei Nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965. O motivo de sua promulgação foram os elevados índices de desmatamento observado em períodos anteriores a sua aprovação, sobretudo a supressão de matas ciliares. A promulgação fez-se no sentido de coibir e restringir com instrumentos normativos (leis), o controle e a fiscalização de atividades que degradavam o meio ambiente (BRASIL, 2009).

3.4 As Áreas de Preservação Permanente (APP'S)

As matas ciliares são consideradas áreas de proteção permanente (APP). O Código Florestal Brasileiro (lei 4.771/65) define como Área de Preservação Permanente (APP), os locais onde devem ser mantidas todas as florestas e demais formas de vegetação natural, que estejam a proteger as fontes de água, sejam elas subterrâneas superficiais ou alternas, além da proteção de encostas e topos de morros constituídos de ângulo superior a 45°. Segundo Miranda (2008), tal definição está relacionada em função da proteção especial que estas áreas devem ter em virtude da fragilidade que representam diante da intervenção humana.

De acordo com a Lei nº 12.651, que dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa, de 25 de maio de 2012, APP's são áreas protegidas, que não são necessariamente cobertas por vegetação nativa e estas têm como intuito de

preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar do homem (BRASIL 2012). Com o objetivo de preservar as APP's o novo código florestal explana sobre a delimitação das APP's e demonstrar os limites da preservação das matas ciliares na Figura 3:



Figura 3: Limites de preservação das matas ciliares.
Fonte: IBAMA, (2009).

“Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente; excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento.
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive."

3.5 Proteção de nascentes

É uma estrutura que apresenta o objetivo de evitar a contaminação de fontes, principalmente aquelas destinadas para consumo humano, já em sua origem, visto que partículas de solo e matéria orgânica oriundas das plantas circunvizinhas, insetos e outros podem contaminar a água.

Sendo assim, a proteção de uma nascente, nada mais é, que a construção de um suporte que servirá de barreira entre o meio externo e o afloramento de água, evitando assim que a mesma seja contaminada e possa tornar-se um veículo de transmissão de doenças. Várias podem ser as estruturas utilizadas, sendo que cada tipo de nascente apresenta um método de proteção indicado.

Conforme Caderno de Mata Ciliar 2009, existem vários tipos de proteção de nascente, como o modelo em trincheiras, realizado quando o lençol freático é superficial ou próximo à superfície; captação com drenos cobertos, quando utilizam-se drenos constituídos por tubos, por exemplo, de PVC e a proteção modelo Caxambu, estrutura desenvolvida e apresentada pela EPAGRI/SC, no início da década de 90, mais precisamente (EPAGRI, 2002), de baixo custo de construção e que dispensa limpeza periódica da fonte.

3.5.1 Recuperação e proteção de nascentes através do modelo Caxambu

O modelo de proteção Caxambu é uma estrutura que apresenta baixo custo de construção e dispensa limpeza periódica da fonte, uma vez que a nascente fica

completamente lacrada. Essa alternativa de proteção foi criada em um trabalho conjunto com a Secretaria de Negócios do Oeste e Epagri com o geólogo Mariano José Smaniotto e as extensionistas sociais da região de Chapecó, na cidade de Caxambu do Sul, com o apoio da prefeitura municipal e agricultores (EPAGRI, 2007).

O sistema, como pode ser observado na (Figura 4), constitui-se de um tubo de concreto de 200 mm de diâmetro, contendo quatro saídas, duas constituídas de dois tubos de PVC de 25 mm, (ou mais, conforme a necessidade) por 30 cm de comprimento, que serão as duas saídas da água e, outras duas formadas por dois tubos de PVC de 40 mm x 30 cm de comprimento, um tubo para limpeza da estrutura e outro para “ladrão”. Na (Figura 5), é possível observar também o esquema de instalação de fonte modelo Caxambu. (FREITAS *et al*, 2001).

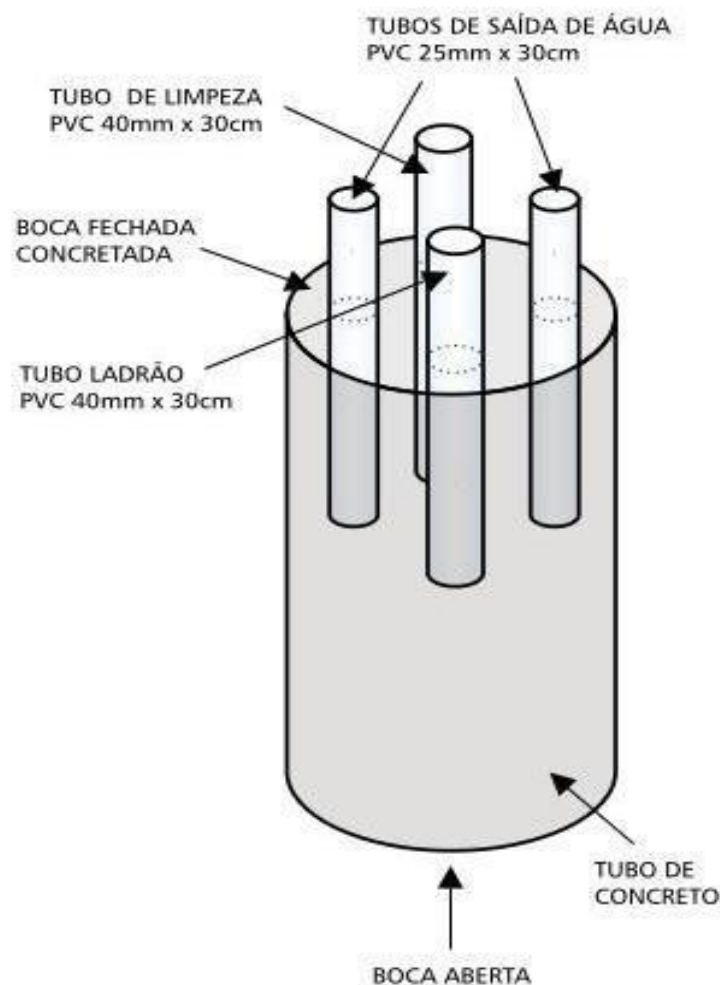


Figura 4: Modelo de tubo utilizado para a Proteção de Nascentes do Tipo Caxambu
Fonte: Calheiros *et al* (2004).

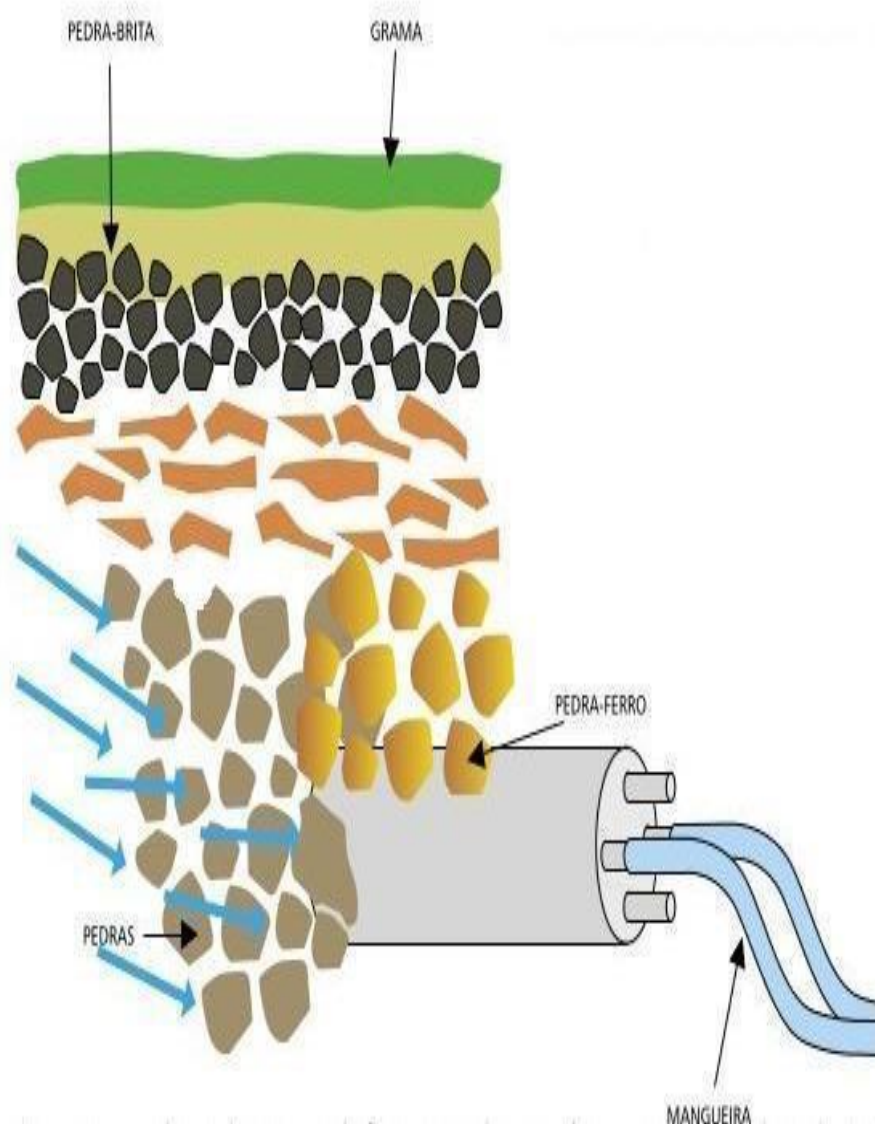


Figura 5: Esquema de Instalação de fonte modelo Caxambu
 Fonte: Calheiros *et al* (2004).

3.6 Impacto ambiental

Tido como um dos conceitos mais abordados na literatura mundial sobre meio ambiente, e, por conseguinte, rico em definições muitas vezes com enfoques diferentes, dependendo da intenção e objetivos a que se pretende empregar o conceito de impacto ambiental.

A Resolução 001/1986 do CONAMA, é uma referência para elaboração de Estudos de Impacto Ambiental – EIA, procedimento obrigatório para empreendimentos que possam representar impactos significativos aos elementos

ecológicos e sociais. Esta resolução estabelece as atividades modificadoras do meio ambiente sujeitas ao prévio EIA.

Em seu artigo 1º define Impacto Ambiental como:

[...] qualquer das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL 2005).

Menim (2000), citado por Oliveira (2003), define impacto ambiental como:

[...] toda ação ou atividade natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes. É uma espécie de trauma ecológico devido à ocorrência de um choque causado por algum ato humano ou fenômeno natural cujos efeitos cujos efeitos são nocivos ao equilíbrio do meio ambiente.

A definição mais abrangente de Impacto Ambiental citada nesta pesquisa é a de Macedo, citado por Oliveira (2003), que considera as causas naturais e antrópicas do Impacto Ambiental, assim como os aspectos benéficos. Para este autor, impactos Ambientais são:

[...] todos os efeitos sensíveis provenientes das alterações de ordem física, química, biológica, social, econômica e cultural do ambiente, adversos e benéficos causados por qualquer processo de transformação ambiental, antrópico ou não, que direta ou indiretamente, afetem; I – a saúde e o bem-estar presente e futuro do indivíduo e das comunidades de que participa; II – as atividades sociais, econômicas e culturais ocorrentes e previstas; III – a qualidade presente e futura dos recursos e fatores ambientais; IV – a estabilidade presente e futura dos ecossistemas, constituídos ou em transição; V – as possibilidades de reabilitação e recursos e fatores ambientais.

3.7 Degradação ambiental

Diferentemente do conceito de “impacto ambiental” que abrange os aspectos positivos e negativos de sua ocorrência, o conceito de “degradação ambiental” denota apenas o aspecto negativo causado ao meio ambiente, JOHNSON *et al* (1997) citados por SÁNCHEZ (2008) aponta que o uso deste termo na “moderna literatura ambiental científica e de divulgação científica é quase sempre ligada a uma

mudança artificial ou de perturbação de causa humana – é geralmente uma redução percebida nas condições naturais ou do estado de um ambiente como “[...] qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou uma alteração de qualidade ambiental.” Esta definição evidencia de forma objetiva a conotação negativa do conceito de degradação ambiental, relacionando o termo a algum dano causado ao meio natural. O autor considera ainda que, em síntese, degradação ambiental é sinônimo de impacto ambiental negativo.

É importante destacar que os processos de degradação ambiental também são causados por eventos naturais (Meneguzzo, 2006). A título de exemplo, “Certos processos ambientais, como lixiviação, erosão, movimentos de massas e cheias, podem ocorrer com ou sem a intervenção humana” (GUERRA; CUNHA, 2000). Os processos naturais ocorrem sem a intervenção do homem, entretanto, muitas vezes, quando há interferência antrópica nos sistemas ambientais, os processos naturais acontecem de forma muito mais violenta, acarretando consequências desastrosas (GUERRA; CUNHA 2000). Como exemplo, pode-se citar o deslizamento de encostas em áreas ocupadas irregularmente e enchentes em áreas de várzeas ocupadas pela urbanização.

Apesar de abrangente, o conceito explicita que a degradação ambiental e apresenta-se com um caráter de adversidade, ou seja, negatividade. Outro aspecto referente a este conceito diz respeito a quem causa a degradação ambiental (MENEGUZZO, 2006). A lei não evidencia se o causador da degradação é o ser humano em si, uma consequência de atividade antrópica ou até mesmo um fenômeno natural como um raio que atinge determinada floresta e acaba por destruir a mesma por meio de um incêndio. O que fica explícito neste conceito é que a degradação ambiental caracteriza-se como um impacto ambiental negativo.

3.8 Educação ambiental

Para fundamentar o bom andamento subsequente sobre a recuperação e proteção das nascentes é importante dar seguimento através de Educação Ambiental, seja nas escolas, nos órgãos públicos e a sociedade civil envolvida neste tipo de atividade. Segue alguns conceitos sobre Educação Ambiental.

Segundo Carvalho (2004) a Educação Ambiental pode se transformar em uma importante mediadora entre a esfera educacional e o campo ambiental, dialogando entre os novos problemas gerados pela crise ecológica e produzindo reflexões, concepções, métodos e experiências que visam construir novas bases de conhecimento e valores ecológicos nesta e nas futuras gerações. A legitimação deste conjunto de preocupações e práticas ambientais na sociedade contemporânea é o terreno fértil em que podemos ver surgir um sujeito ecológico e de fácil acesso entre as diferentes áreas.

Para atingir os seus objetivos um processo de educação ambiental deve ser munir de características que permitam uma abordagem ampla o bastante para incorporar a complexidade de conteúdo ecológicos, morais, socioculturais políticos e psicológicos uma vez que os problemas ambientais não são vinculados desse. (HIGUCHI, 2003 apud NIEDERAUER, 2007).

A educação ambiental é um instrumento potencialmente eficiente para se reorientar a relação do homem com o meio em vive, de forma que esta possa ser inclinada para a participação social e para a solução de problemas ambientais desenvolvendo, desta forma, uma mudança substancial de valores, atitudes e comportamentos sociais. (NIEDERAUER,2007).

Os termos preservação, conservação e recuperação dos sistemas dos mananciais devem ser prioritárias para a manutenção da boa qualidade e quantidade das águas, com a finalidade de garantir a sobrevivência humana.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A cidade de Santarém está localizada na mesorregião do Baixo Amazonas, na região norte do Brasil, distante cerca de 800 km de Belém, capital do Estado do Pará, Brasil. Situa-se na confluência dos rios Tapajós e Amazonas. Conforme (Figura 6).

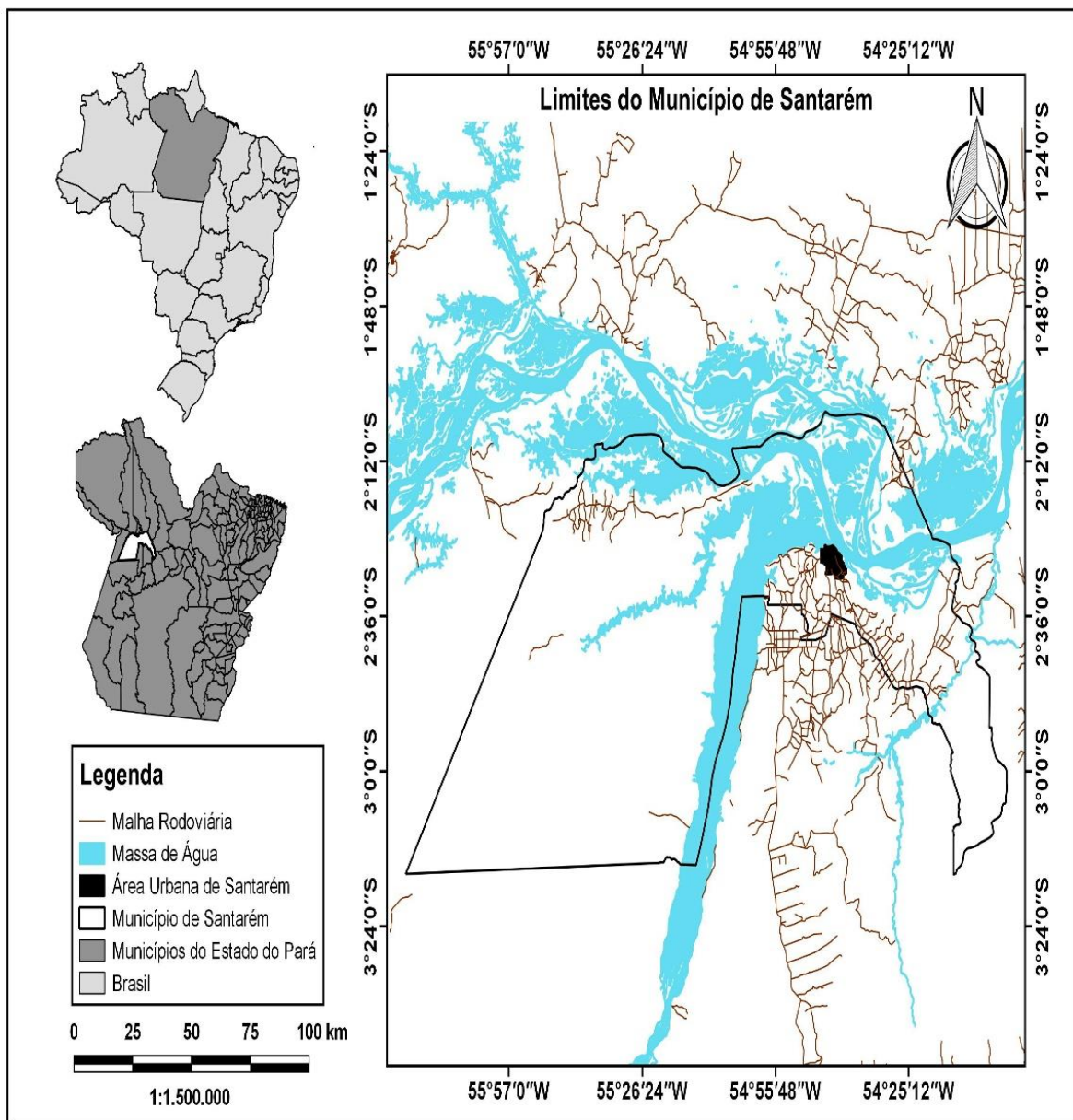


Figura 6 – Mapa de localização da cidade de Santarém – Pará, Brasil
Fonte: O autor, 2018

A área de estudo deste trabalho, foi realizado próximo a microbacia do Urumari, mais precisamente na nascente, localizada na Comunidade denominada Saubal, tendo a coordenadas geográficas $-02^{\circ} 29' 25.81''$ de Latitude Sul e $-054^{\circ} 42' 04.83''$ de Longitude Oeste, próximo à área denominada Área de Preservação Permanente Saubal.

A nascente em questão é de encosta, sem acúmulo de água, sendo do tipo pontual e de fluxo contínuo, seu ponto de elevação é de 84 metros, e a residência mais próxima está a aproximadamente a 270m, numa referência de 31 metros abaixo do nível da nascente, o que favorece a descida da água por gravidade, descartando o uso de bombas para condução desta água. Pode-se notar que quanto maior a elevação, menor o número de residências e maior o índice de integridade do ambiente, logo a degradação ambiental é menor. Como demonstra a Figura 7.

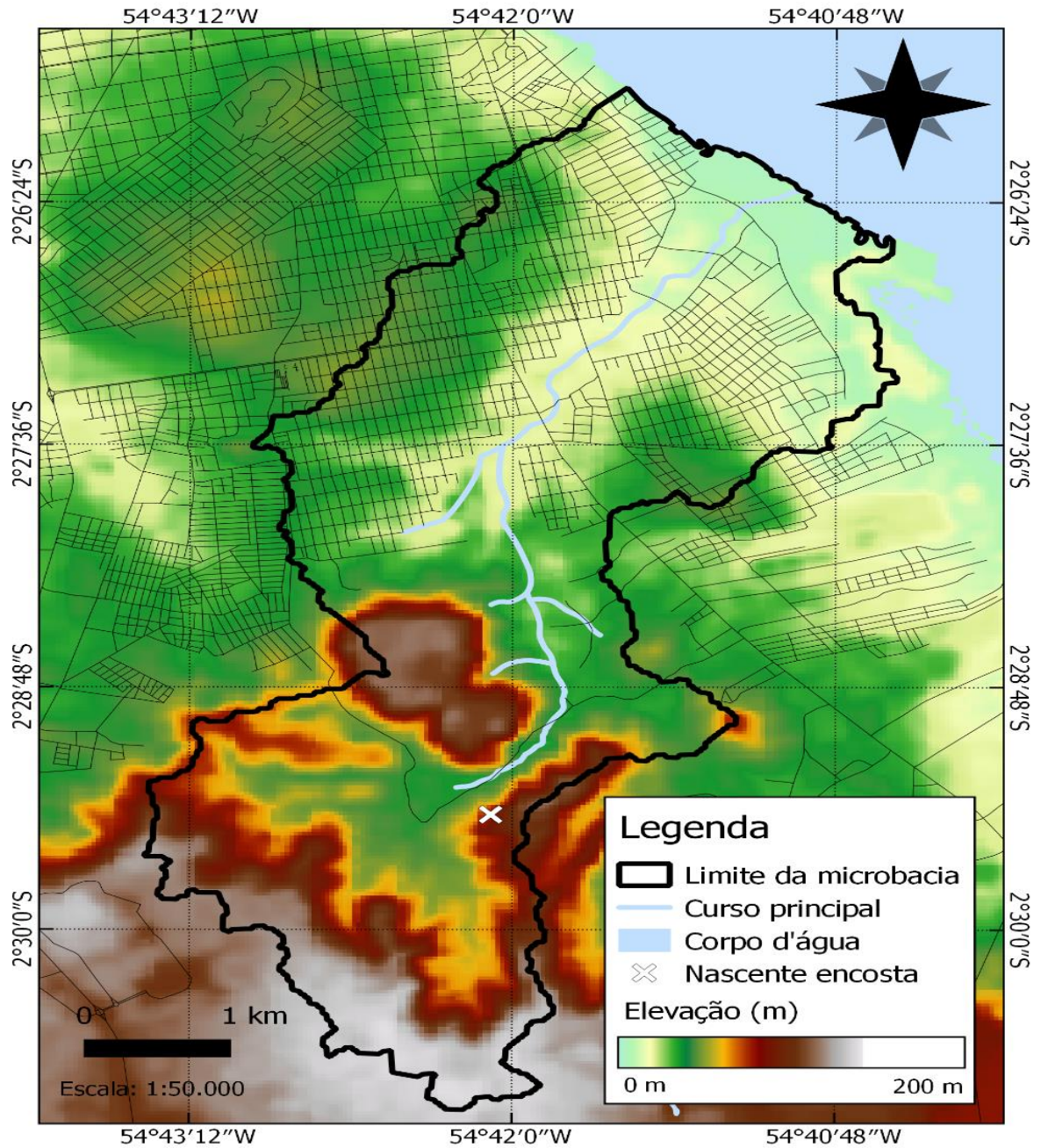


Figura 7 – Mapa de Localização da nascente com sua referida elevação
 Fonte: O autor, 2018

Segundo os moradores esta região já foi mais povoada, mas devido ao difícil acesso, o crescimento populacional estagnou, chegando até a diminuir o número de residências próximo a nascente, esta informação de certa forma é vista como positiva, pois pode-se observar ao longo do seu curso um número maior de residências, devido também a declividade favorecer para se ter acesso a estes locais, conforme a Figura 8.

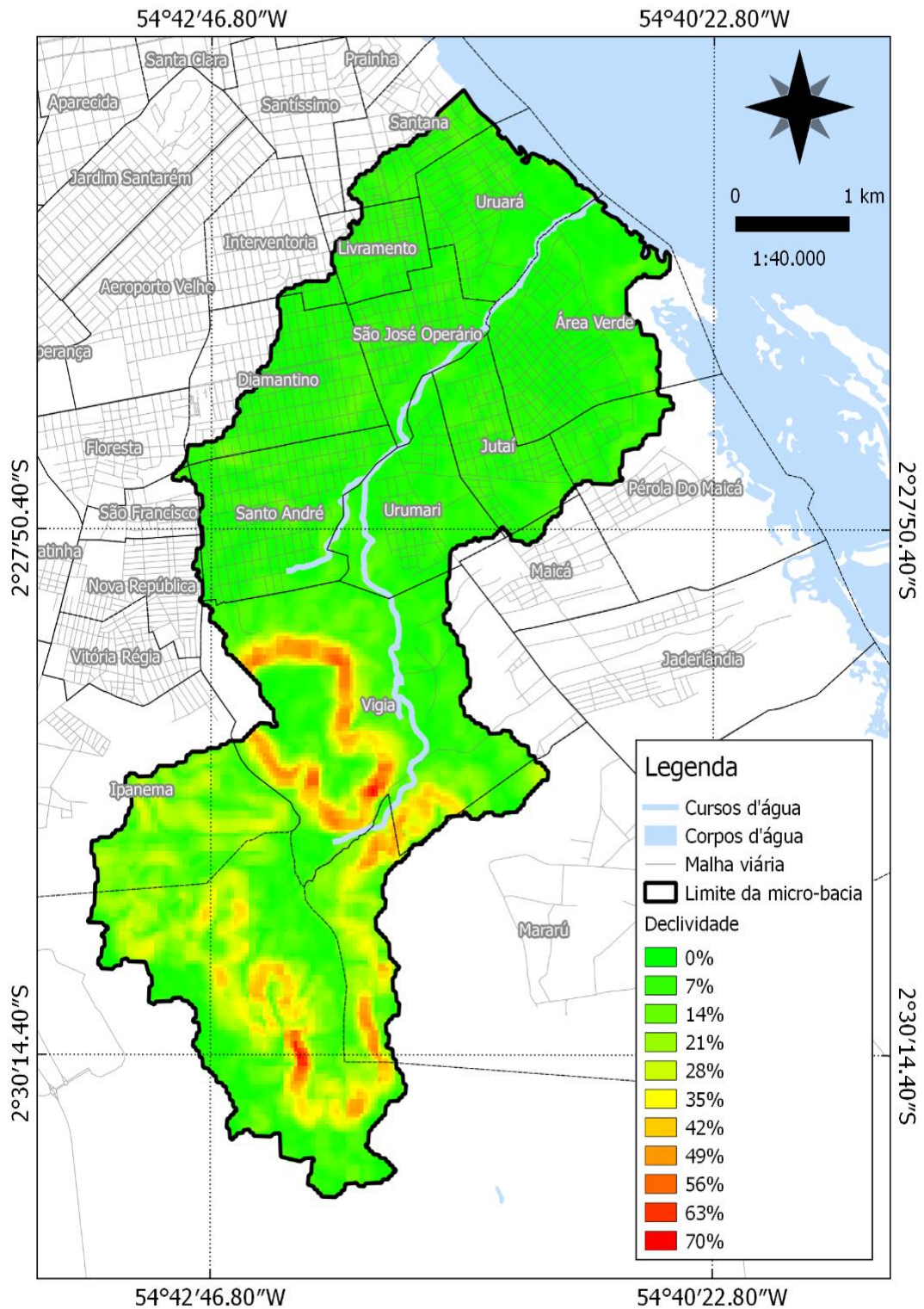


Figura 8 – Mapa de declividade, abrangendo a nascente e o curso do igarapé do Urumari
Fonte: O autor, 2018

4.2 Coleta de dados

O método adotado para o presente trabalho foi a pesquisa-ação, uma vez que representa uma situação em que o pesquisador e os participantes precisam agir em conjunto para resolver uma situação real.

Para realizar o levantamento topográfico e obter as coordenadas geográficas foi utilizado o GPS Garmin, modelo GPSmap60CSx, conforme (Figura 9).



Figura 9 – GPS Garmin, modelo GPSmap60CSx, utilizado para obter as coordenadas.
Fonte: O autor, 2018

Todas as informações sobre a recuperação e proteção da nascente de água, bem como dos materiais necessários para a implantação da Fonte Caxambu, foram adquiridas através de referenciais teóricos, artigos científicos, além de vídeos que demonstravam o passo a passo da execução do projeto e consulta a sites de instituições que já aplicaram essa técnica.

A descoberta desta nascente deu-se através de visitas e conversações direta com os moradores da região próximos da microbacia do Urumari.

Nas visitas, o proprietário da área onde se localiza a nascente relatou que no início da ocupação por parte de sua família, foram plantados bambus, espécies

exóticas de vegetação, que ao se desenvolverem seriam cortados e utilizados com como condutores de água para as residências.

Foi realizada uma visita no mês de dezembro de 2017 ao local da recuperação e proteção da nascente por alguns acadêmicos do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará), juntamente com o responsável pelo projeto (o autor), para verificar as condições do local em termos de acessibilidade e das condições do ambiente, para em cima dessas observações fazer o levantamento de quantos e quais materiais seriam usados para a recuperação e proteção da nascente.

Foi feita limpeza de toda a área próxima a nascente d'água antes de iniciar a recuperação e proteção, juntamente com os colaboradores do projeto e o proprietário.

Como o intuito do trabalho era implantar a Proteção de Fonte Modelo Caxambu, através de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e como não dispunha de recursos que suprisse todo o custo que envolvia o trabalho, a solução foi buscar parceria juntamente com a SEMAP (Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca), onde foram doadas as gramas utilizadas para finalizar a Proteção de Fonte, a SEMINFRA (Secretaria Municipal de Infraestrutura), onde foi cedido o tubo de 200mm, a UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará), foram cedidos os materiais de coleta e o laboratório de Química para que fossem realizadas as análises de água e os demais materiais necessários foram frutos de doação.

As análises físico-químicas da água da nascente foram realizadas antes e após a implantação da fonte modelo Caxambu e a análise bacteriológica somente após a implantação para verificar se a mesma era própria para consumo humano.

4.3 Recursos materiais/tecnológicos necessários

A descrição de como fazer a recuperação e proteção de uma nascente de água, utilizando a fonte modelo Caxambu, bem como as figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20, foi adaptado de um folder de 2006, intitulado "Água da fonte, Proteção de fonte modelo Caxambu", editado pela EPAGRI, em parceria com o Governo do Estado de Santa Catarina e Secretaria de Estado da Agricultura e

Desenvolvimento Rural e, serão mostradas passo a passo, para um melhor entendimento de cada etapa dentro do processo.

Esse procedimento básico, pode sofrer adaptações em função das diferenças do local visto que cada região possui sua característica própria. Diante dessas observações foi constatado que seria possível aplicar essa técnica no local visitado e escolhido para realizar o projeto.

Para realizar a recuperação e proteção da nascente com a implantação da Fonte Modelo Caxambu precisou-se realizar a escolha da nascente a ser recuperada e protegida, (Figura 10), várias nascentes foram visitadas mas as condições dos locais visitados, não eram propícios, pois tratavam-se de ambientes onde um estudo mais detalhado precisaria ser realizado, visto que a degradação estava em um estágio mais avançado, tornando-se inviável recuperá-las.



Figura 10 – Escolha do local para ser implantada a Proteção de Fonte Caxambu
Fonte: O autor, 2018

Neste projeto foram utilizados os seguintes recursos materiais: pedras jacaré, cacos de tijolo, lona, areia do próprio local, grama, um pedaço de cano de 25mm para desinfecção, 1 (um) tubo de concreto de 200mm de diâmetro, onde foram concretados 04 (quatro) canos de PVC. Destes, dois tem 30 cm de comprimento e 40 mm de diâmetro, um servirá para cano-ladrão e ficará na parte superior e foi protegido por uma tela para evitar a entrada de pequenos animais. O outro cano servirá para fazer a limpeza e ficará na parte inferior devendo este ter um cap (tampão) de 40 mm. Esse cano serve para desinfecção a cada 03 (três) meses. Os outros dois canos também tem 30 cm de comprimento, porém com 25 mm de diâmetro e ficam na parte central do tubo. Foram usados canos soldáveis, caso seja necessário pode-se colocar mais canos.

O tubo foi concretado com os canos de PVC (Figura 11) e secou (curou) a sombra por 07 (sete) dias, molhando todos os dias para a secagem correta e para não dar problemas ao ser colocado no local da nascente.



Figura 11 – Tubo de concreto de 200mm com os canos de PVC
Fonte: O autor, 2018

A limpeza do local de captação de água foi feito manualmente (Figura 12). Após essa limpeza foi feito a abertura de uma vala (Figura 13) para que o tubo de concreto seja assentado (Figura 15), se for necessário a massa para assentar o tubo pode ser de cimento, porém pode-se usar o barro do local, como foi feito neste projeto (Figura 14).



Figura 12 – Limpeza do local de captação de água
Fonte; O autor, 2018



Figura 13– Abertura da vala para colocação do tubo de concreto
Fonte: O autor, 2018



Figura 14 – Colocação de material seco do próprio local para assentamento do tubo
Fonte: O autor, 2018



Figura 15 – Assentamento do tubo

Fonte: O autor, 2018

Após a colocação do tubo de concreto com os canos posicionados corretamente (conforme descrição acima), inicia-se a colocação (manual) das pedras (pedra-jacaré), Figura 16, protegendo internamente a boca do tubo com pedras maiores, formando uma barragem natural para a água. A quantidade ideal de pedras, é que cubra totalmente o tubo de concreto. Após a colocação das pedras foram colocadas manualmente algumas camadas de cacos de tijolo, Figura 17. Lava-se todo esse revestimento de pedras da nascente com água, e para evitar a erosão é aconselhável a plantação de grama sobre a fonte protegida, após esta etapa coloca-se o cano para desinfecção, Figura 18 e inicia-se a acomodação da lona, para que o material externo não seja carregado para dentro da nascente, conforme Figura 19. Em seguida, deve-se cobrir toda a estrutura com terra, para isolar a nascente do meio externo e facilitar a recuperação da área, Figura 20 e, por fim fazer o assentamento da grama, para que não ocorra erosão no local recuperado e protegido, Figura 21.



Figura 16 – Colocação manual das pedras
Fonte: O autor, 2018



Figura 17 – Colocação de pedaços de tijolos
Fonte: O autor, 2018



Figura 18 – Colocação de tubo para desinfecção
Fonte: O autor, 2018



Figura 19 – Acomodação da lona.
Fonte: O autor, 2018



Figura 20 – Cobertura de toda estrutura com terra.
Fonte: O autor, 2018



Figura 21 – Cobertura de toda estrutura com terra
Fonte: O autor, 2018

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a execução da recuperação e proteção da nascente na comunidade Saubal, através do modelo caxambu os resultados foram satisfatórios, chegando até mesmo a superar as expectativas, gerando um grau de satisfação enorme entre os envolvidos no processo, inclusive as famílias que já utilizavam esta água para consumo. As etapas de execução foram cumpridas conforme os estudos feitos através do referencial teórico em revistas indexadas, artigos científicos e vídeos, que orientavam de forma clara todo o processo executivo. As análises físico-químicas e bacteriológicas da água foram realizadas para comprovar se a mesma era apropriada para consumo humano e, constatou-se que ela está nos padrões da legislação para água potável, sendo considerada como classe especial.

O objetivo das coletas de amostras da água foi apresentar os resultados dos parâmetros físico-químico e bacteriológicos da água superficial e seu enquadramento legal, sendo que VPM significa Valor Máximo Permitido, UFC Unidade de Formação de Colônia e N.E Não Especificado conforme Resolução nº 357, artigo 4º Classe Especial, de 17 de março de 2005-CONAMA. Os resultados de Análise desta pesquisa se restringem à amostra analisada.

Diante da conclusão da análise, as amostras em questão ATENDEM aos padrões da qualidades de águas superficiais, Artigo 4.º Classe Especial conforme estabelecidos pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Tendo como parâmetros microbiológicos os seguintes dados expostos na Tabela 7. Após a implantação da fonte modelo Caxambu.

Tabela 7 - Parâmetros Microbiológicos das amostras (Resultados analíticos)

Parâmetros	Unidade	Metodologia de Referência	VPM	Resultado
Coliformes Totais	NMP/mL	SW 9223 B	NE	3
Coliformes Fecais	NMP/mL	SW 9223 B	NE	0
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	SW 9223 B	NE	264

Fonte: O autor, 2018

Os resultados físico-químicos da análise da amostra coletada antes da implantação da fonte Caxambu são demonstrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Parâmetros Físico-Químicos da amostra (antes da implantação da fonte modelo Caxambu)

Análises Nascente do Saubal 20/03/2018	RESULTADOS	Ponto 1
AMÔNIA GB (0.00 a 3.00 mg/L)	Nitrogênio de Amônia (NH₃-N)	0.03
	Amônia (NH₃)	0.03
	Amônio (NH₄⁺)	0.03
NITRITO GB (0.00 a 1.15 mg/L)	Nitrito (NO₂⁻)	0.00
	Nitrogênio-Nitrito (NO₂-N)	0.00
	Nitrito de Sódio (NaNO₂)	0.00
FÓSFORO (0.0 a 15.0 mg/L)	Pentóxido de Fósforo (P₂O₅)	0.5
	Fósforo (P)	1.4
	Fosfato (PO₄³⁻)	1.0
FOSFATO GB (0.00 a 2.50 mg/L)	Pentóxido de Fósforo (P₂O₅)	0.11
	Fósforo (P)	0.04
	Fosfato (PO₄³⁻)	0.09
CARENCIA DE OXIGÊNIO GB (0 a 150 mg/L COD)	DQO GB	11,00
NITRATO (0.0 a 30.0 mg/L)	Nitrato Nitrogênio (NO₃-N)	0.0
	Nitrato (NO₃⁻)	0.0
FERRO GB (0 a 400 ug/L)	Ferro (Fe)	72,00
OXIGENIO DISSOLVIDO (0.0 A 10.0 mg/L)	O₂	8.4
ZINCO (0.00 A 3.00 mg/L)	Zn	*0.00
DUREZA DE CÁLCIO (Gama de 0.00 a 2.70 mg/L)	Cálcio (Ca₂⁺)	0.20
	Dureza de Cálcio (CaCO₃)	0.51
DUREZA DE MAGNÉSIO (Gama de 0,00 a 2,70 mg/L)	Dureza de Magnésio (CaCO₃)	0.26
	Magnésio (Mg²⁺)	0.06
POTASSIO GB (0.0 a 20.0 mg/L)	Potássio (K⁺)	1.5
	Oxido de Potássio (K₂O)	2.0
TURBIDEZ (NTU)		39.9
pH		5.33
CONDUTIVIDADE ELETRICA (uS)	Compensada	28.4
SALINIDADE (ppt)		0.0
TOTAIS DE SOLIDOS DISSOLVIDOS (mg/L)		18.5
OXIGENIO DISSOLVIDO (mg/L) Instrumento		6.31

Fonte: O autor, 2018

Os resultados da análise da amostra coletada depois da implantação da fonte Caxambu são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros Físico-Químicos da amostra (depois da implantação da fonte modelo Caxambu)

Análises Nascente do Saubal 26/03/2018	RESULTADOS	Ponto 1
AMÔNIA GB (0.00 a 3.00 mg/L)	Nitrogênio de Amônia (NH₃-N)	0.00
	Amônia (NH₃)	0.00
	Amônio (NH₄⁺)	0.00
NITRITO GB (0.00 a 1.15 mg/L)	Nitrito (NO₂⁻)	0.00
	Nitrogênio-Nitrito (NO₂-N)	0.00
	Nitrito de Sódio (NaNO₂)	0.00
FÓSFORO (0.0 a 15.0 mg/L)	Pentóxido de Fósforo (P₂O₅)	0.4
	Fósforo (P)	1.3
	Fosfato (PO₄³⁻)	1.0
FOSFATO GB (0.00 a 2.50 mg/L)	Pentóxido de Fósforo (P₂O₅)	0.10
	Fósforo (P)	0.03
	Fosfato (PO₄³⁻)	0.08
CARENCIA DE OXIGÊNIO GB (0 a 150 mg/L COD)	DQO GB	0,00
NITRATO (0.0 a 30.0 mg/L)	Nitrato Nitrogênio (NO₃-N)	0.0
	Nitrato (NO₃⁻)	0.0
FERRO GB (0 a 400 ug/L)	Ferro (Fe)	86,00
OXIGENIO DISSOLVIDO (0.0 A 10.0 mg/L)	O₂	5.2
ZINCO (0.00 A 3.00 mg/L)	Zn	0.02
DUREZA DE CÁLCIO (Gama de 0.00 a 2.70 mg/L)	Cálcio (Ca₂⁺)	0.12
	Dureza de Cálcio (CaCO₃)	0.31
DUREZA DE MAGNÉSIO (Gama de 0,00 a 2,70 mg/L)	Dureza de Magnésio (CaCO₃)	0.00
	Magnésio (Mg²⁺)	0.00
POTASSIO GB (0.0 a 20.0 mg/L)	Potássio (K⁺)	1.5
	Oxido de Potássio (K₂O)	2.0
TURBIDEZ (NTU)		0.02
Ph		4.45
CONDUTIVIDADE ELETRICA (uS)	Compensada	24.2
SALINIDADE (ppt)		0.0
TOTAIS DE SOLIDOS DISSOLVIDOS (mg/L)		15.7
OXIGENIO DISSOLVIDO (mg/L) Instrumento		3.48
ZINCO (ppb) METALYSER		96.95

Fonte: O autor, 2018

O ponto mais favorável no que diz respeito à recuperação, proteção e canalização da água dessa nascente é a topografia do terreno, pois a nascente fica bem acima do nível das residências (aproximadamente 31 metros acima), o que fará com que a água tenha boa vazão e pressão suficiente, não havendo necessidade de gasto de energia elétrica.

Outro ponto importante observado foi o tempo de detenção, quando se vedou todas as saídas de água, para se fazer a desinfecção com água sanitária. O tempo de acúmulo da água até encher todo o tubo de 200 mm e extravasar pelo cano “ladrão” foi de 15 minutos.

Foi feito também o cálculo da vazão, conferindo 5 vezes o tempo que se levou para encher um frasco de 1 litro (8,96; 8,81; 8,81; 8,16 e 8,63”) respectivamente, estes valores foram somados e divididos por 5 (cinco), onde o resultado encontrado foi de 8,674” (segundos), caracterizando a média destes tempos.

Diante destes valores, é possível afirmar que a vazão da água da nascente é de aproximadamente um litro a cada oito segundos e seiscentos e setenta e quatro centésimos de segundos (8,674”), com base dessas informações pode-se afirmar que a vazão é de 9.964,8 litros/dia ou 9,9648 m³/dia, a água oriunda da nascente é suficiente para atender com quantidade e qualidade o consumo das três famílias que já utilizavam esta água para consumo, vale ressaltar que foi verificado a vazão apenas em um tubo que conduz a água para as famílias.

Pode-se afirmar também, que após concluir a implantação da fonte modelo caxambu, a nascente ficou realmente protegida da contaminação de agentes externos tais como: pisoteio de animais, fezes e urina de animais e de pessoas mal intencionadas, galhos, folhas e pequenos animais mortos, que poderiam comprometer a qualidade da água através de sua putrefação, proporcionar uma melhor qualidade de água neste novo ambiente.

Identificou-se também a presença de uma espécie de vegetação exótica Bambusoideae (bambu) a uma distância de 23 metros da nascente, o que apresenta um risco para o corpo hídrico, pois o bambu é uma espécie vegetal que retém muito líquido. Conforme Figura 22.



Figura 22 – Presença de vegetação exótica Bambusoideae (bambu) próximo a nascente
Fonte: O autor, 2018

Segundo relato dos próprios moradores, estes bambus foram plantados na época para servir de condutor de água para as residências quando estivessem maiores os mesmos seriam cortados ao meio, retirando as partes internas, deixando-os limpos e desobstruídos, visto que seriam necessários uma quantidade de tubos, gerando um gasto extra no orçamento das famílias.

Pelo fato da nascente se encontrar em uma encosta, há a necessidade de se proteger (cercar a mesma em um raio de 50 metros) e replantar algumas espécies no seu entorno, para proporcionar uma melhor permeabilidade, facilitando a infiltração de uma quantidade maior da água de chuva no solo, para se garantir um maior volume de água no lençol freático, mas para isso deve-se fazer um estudo do solo, para poder determinar a melhor vegetação que se adeque no entorno da nascente, para se evitar também um processo erosivo acelerado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nascente escolhida apresenta todas as características que realmente precisa-se conhecer melhor, os conceitos, as leis, as diretrizes, as normas, os conhecimentos que regulamentam todo trabalho no que tange recuperação, preservação e proteção das nascentes e matas ciliares. Precisa-se um melhor e maior envolvimento de todas as classes sociais, pois o meio ambiente está sendo degradado em todos os seus níveis e os órgãos públicos, a sociedade civil organizada, entre outros entes da Federação assistem a toda esta degradação sem saber realmente o que fazer e por onde começar, pois de um modo geral se desconhece a importância de um ciclo hidrológico, não conhece o tipo de solo de sua região, a importância das matas ciliares, enfim, vários são as etapas para se recuperar, preservar e proteger um ambiente. Precisa-se levar a população para esses ambientes, não para degradar, mas para entender, da metodologia, para que se tenha um melhor estilo de vida, seja no consumo de água de qualidade e na conservação das florestas. As matas e os cursos d'água, não são intocáveis, eles têm o poder de resiliência onde se degradam e recompõem-se, lentamente.

Diante do exposto, este projeto é apenas o começo de uma grande caminhada que poderá ser bem sucedida nos anos vindouros, precisa-se levar essas informações para as escolas municipais, estaduais, órgãos públicos e universidades que pouco contribuem, no sentido prático para disseminar este tipo de atividade.

Este conhecimento precisa ser disseminado em todos os níveis sociais, para que tenhamos bons protetores da natureza, os órgãos públicos precisam se envolver mais nestes tipos de ações e fortalecer parcerias, que realmente tragam melhor qualidade de vida para a população.

Precisa-se entender que toda nascente é o ponto de partida onde aflora as águas subterrâneas, e as matas ciliares, funcionam como cílios dos olhos, mas se for desmatado ao longo do curso d'água poderá provocar erosões, alagamentos, aumento de temperatura, diminuição da umidade e favorecendo entrada de vendavais, enfim o termo correto para se usar é formar parcerias para se difundir uma boa educação ambiental e promover ações que venham difundir essas atividades no Município de Santarém e região.

REFERÊNCIAS

AUGUSTOS, E. **A importância das matas ciliares**. Disponível em: <<https://guiaecologico.wordpress.com/tag/o-que-e-mata-ciliar/>>. Acesso em 29 dez. 2017.

BRASIL. Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Institui o Código das Águas. **Diário Oficial [da] República Federativa**, Brasília, DF, 1934.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 set. 1965. Disponível em: <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/>>. Acesso em 23 dez. 2017.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação. **Diário Oficial [da] República Federativa**. Brasília, DF, 25 maio de 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico PLANSAB** – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Portaria GM/MS no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispões sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa**, Brasília, DF, 17 de fev. 1986.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial [da] República Federativa**. Brasília, DF, 20 mar de 2002.

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. **Diário Oficial [da] República Federativa**, Brasília, DF, 17 de mar. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa**. Brasília, DF, 13 de maio de 2011.

CALHEIROS, R. O. (2004). **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN. 40p

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira. **Preservação e Recuperação das nascentes de Água e Vida**. Cadernos da Mata Ciliar, São Paulo, v. 1, 2009.

CALHEIROS, R. DE O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V. & CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação de Nascentes**, Comitê de Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari, Jundiá, Piracicaba, 2004.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira et al. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar. N 1**. São Paulo: SMA, 2009.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004

CASTRO, P. S.; LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: CPT, 2001.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO. **Água da Fonte: Proteção de fonte Modelo Caxambu - Como fazer a proteção**. EPAGRI/GMC, Florianópolis, 2002.

_____. **Água da fonte**. Folder, 6 p. Florianópolis, 2007;

FLOSS, P. A. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina**. 2011. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

FOLDER: Água da fonte. Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI. Florianópolis, 2006.

FREITAS, M. A.; ECKERT, R. M.; CAYE, B. R. Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRM, 2001.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, Sandra B. Degradação ambiental. In: **Geomorfologia e meio ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios, para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v.7, n. 3, 2012.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Lei da Natureza. Disponível em: Acesso em: 09 Dez. 2017.

LIMA, T. B. C.; LUIS, G. V. C.; JUCIANO, S. F.; GEORGE, S. G. **Projeto Margem Viva - projeto de recuperação do rio apodi-mossoró**: Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte – IDEMA, 2008

MARTINS, S. V.: **Recuperação de matas ciliares**. 2 ed. Revista e ampliada. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007.

MENEGUZZO, I. S. **Análise de degradação ambiental na área urbana da bacia do Arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR**: uma contribuição ao planejamento ambiental. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-graduação em ciência do solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIRANDA, J. P. R. Desenvolvimento sustentável e Legislação ambiental. IN: **Programa de formação técnica sobre alternativas ao uso do fogo no desenvolvimento sustentável da região amazônica**. Altamira – Pará, 2008.

NIEDERAUER, P. D. P. **Educação ambiental como sustentáculo da gestão de recursos hídricos no Brasil**. Santa Maria, UFSM, 2007.

OLIVEIRA, Frederico F. G. de. Diagnóstico e avaliação dos impactos ambientais em Natal. In: **Caracterização e diagnóstico de impactos ambientais em Natal/RN com apoio do geoprocessamento**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal Do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

PARANÁ. Secretaria de Meio Ambiente. **Nascentes Protegidas e Recuperadas**. 2 ed. Curitiba: SEMA, 2010.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. *Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, 2004.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: Conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008

SANTOS, D. G.; DOMINGOS, A. F.; GISLER, C. V. T.: Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura: O Programa Produtor de Água. IN: Manejo e conservação da água no contexto e mudanças ambientais. XVII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. **Anais**. Rio de Janeiro, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar**: Anexo (op). N 1 (2009) São Paulo 2. SMA, 2009.

SEMA-PR (2010). Nascentes protegidas e recuperadas. Curitiba: SEMA. 24p.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005.