Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Análise exploratória de parâmetros de qualidade dos biossistemas das nascentes
da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG

Cícero Santos Branco

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas
Agrícolas

Piracicaba
2018

Cícero Santos Branco
Gestor Ambiental

**Análise exploratória de parâmetros de qualidade dos bio sistemas das nascentes da Sub Bacia
de Poses em Extrema – MG**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas
Agrícolas

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Branco, Cícero Santos

Análise exploratória de parâmetros de qualidade dos biossistemas das nascentes da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. / Cícero Santos Branco.
- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - -
Piracicaba, 2018.

119 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Indicadores 2. Qualidade dos biossistemas 3. Percepção ambiental l.
Título

DEDICATÓRIA

Aos meu querido pai Luiz Rodrigues Branco; À memória de minha mãe Edite Santos Rodrigues Branco; À memória de minha avó Eurídia Machado de Almeida Santos; pelo cuidado, dedicação e amor.

A minha esposa Lilian Maria de Almeida Branco e aos meus queridos filhos João Vítor de Almeida Branco, Luís Gustavo de Almeida Branco e Lívia Maria de Almeida Branco por todo incentivo, apoio e entendimento pela privação dos momentos de convívio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Pai Celestial, criador de tudo, pela essência da vida, por permitir que eu tenha feito esta caminhada, e que me sustenta em todos os momentos de minha vida; Dedico toda honra;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, pela infraestrutura e oportunidades de realização do Curso de Doutorado;

Ao professor Dr. Marcos Vinícius Folegatti, por me aceitar como seu orientado, por permitir grande aprendizado, vivência, pela valiosa e exemplar orientação, amizade, paciência, dedicação confiança e incentivo;

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Biossistemas pelo acolhimento, estímulo e transmissão de conhecimentos; especialmente aos professores Dra. Patrícia Angélica Alves Marques e Dr. Sérgio Nascimento Duarte;

Aos funcionários do LEB/ESALQ/USP, em especial a: Angela Derigi Silva; Beatriz R.D. Novaes; Gilmar B. Grigolon; Paula Alessandra Bonassa e Luiz Afonso da Costa (in memoriam);

Aos funcionários da Biblioteca da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) em especial a Silvia M. Zinsly;

Aos funcionários do Serviço de Pós-Graduação e aos funcionários da Seção de Apoio à Pós-Graduação em especial a Davilmar A. D. Collevatti;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela convivência harmoniosa;

A família do senhor Elias Alves Cardoso pelo acolhimento, apoio e participação efetiva nas coletas em campo;

Aos moradores do Bairro de Posses em Extrema – MG, por permitirem o desenvolvimento do trabalho de pesquisa em campo;

A Secretaria de Meio Ambiente de Extrema em especial aos senhores Benedito Arlindo Cortez e Paulo Henrique Pereira;

A todos que participaram desta caminhada, e que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

Pedi. A Deus que me desse dinheiro.

Deus, me deu a terra e disse:

Trabalhe;

Semeie;

Crie e Conserve.

Trabalhei;

Semeiei;

Criei e Conservei.

Não Fiz dinheiro, mas fiz Alegria.

(Adaptado de um autor desconhecido por Cícero Branco)

“Quando vejo uma folha morta caindo ao chão vejo nela o início da vida”

Shyro Myasaki

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Água e seus usos	17
3.1.1 Classificação dos corpos hídricos	17
3.1.2 Classificação das águas	18
3.1.3 Classificação de nascente	18
3.2 Fatores estudados no Protocolo	20
3.3 A importância da conectividade dos fragmentos naturais	21
3.4 Pagamento sobre Serviços Ambientais em Extrema	22
3.5 Programa Conservador das Águas em Extrema – MG “Da Nascente a quebra de paradigma e o grande exemplo	24
3.6 História de Extrema	27
3.7 Indicadores	28
3.8 Hierarquia dos corpos hídricos	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Área de estudo	33
4.1.1Clima.....	34
4.1.2 Solo.....	34
4.2 Caracterização do Biossistema das Nascentes.....	35
4.2.1 Definindo o Biossistema da Nascente	36
4.3 Protocolo de campo	37
4.3.1 Valoração dos aspectos do Protocolo de campo	41
4.3.2 Classificação dos Biossistemas das nascentes pelo Protocolo de campo	42
4.4 Georeferenciamento das nascentes	46
4.5 Medição da Vazão	46
4.6 Coleta de amostra de água e análise de água	47
4.6.1 Temperatura	49

4.6.2 Ph.....	50
4.6.3 Oxigênio Dissolvido (OD)/ % Oxigênio em gás (% GÁS) / % Saturação de oxigênio (SAT %)	51
4.6.4 Análise dos parâmetros de qualidade de água	51
4.6.5 Análises microbiológicas Determinação do número mais provável (NMP) de Escherichia coli e Número Mais Provável Coliforme	52
4.7 Análise físico químico.....	53
4.7.1 Limpeza de materiais e frascos para armazenamento das amostras	54
4.7.2 Frascos para análise de Carbono Orgânico e inorgânico.....	54
4.7.3 Filtração das amostras de Carbono Orgânico Dissolvido (COD)	54
4.7.4 Filtração das amostras de Cromatografia Líquida	55
4.7.5 Metodologia e equipamentos utilizados nas análises Carbono Orgânico Dissolvido (COD).....	55
4.7.6 Cromatografia Líquida de Íons	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
6. CONCLUSÕES	79
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXOS	91

RESUMO

Análise exploratória de parâmetros de qualidade dos biossistemas das nascentes da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG

O presente projeto de pesquisa foi desenvolvido no ano de 2015 in loco em 109 nascentes da Sub Bacia de Posses no município de Extrema, MG que está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari. Entendeu-se que o Biossistema da Nascente é composto por um conjunto de funções biológicas, ecológicas e geológicas que se interagem entre si e se completam com a ação antrópica e o ciclo hidrológico. Objetivou-se neste trabalho apresentar uma ferramenta prática de gestão, que seja objetiva e eficiente para análise da qualidade do Biossistema das Nascentes, baseado no estudo e análise dos indicadores que envolvem a sua dinâmica, valorizando as interações entre as dimensões ecológica, social e antrópica, organizando os aspectos de forma quantitativa e qualitativa com o objetivo de identificar o nível de conservação em que se encontra o Biossistema da Nascente de forma que esta ferramenta de análise denominada Protocolo de Campo venha a ser utilizada por gestores da qualidade das águas das bacias hidrográficas. Para isso foi utilizado o Protocolo de Campo composto por 11 indicadores, também foi feito uma análise exploratória dos parâmetros de qualidade dos Biossistemas das nascentes da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG, para isso foram coletadas amostra de águas das nascentes, medição da vazão e análise do número mais provável de coliformes. Os dados obtidos pelo Protocolo de Campo demonstraram que dos 109 Biossistemas de Nascentes analisados, 64 se enquadraram como Perturbado, 41 como Conservados e apenas 4 atingiram a pontuação para se enquadrar como Preservado, sendo que nenhum dos Biossistemas das Nascentes estudados se enquadraram na categoria Degradada, porém notou-se que o entorno das nascentes é ocupado em sua grande maioria por pastagem sendo 92,66%, seguido por Eucalipto com 7,34%, apresentaram fisionomia herbácea 43,12%, fisionomia arbustiva entre 1 a 5 metros 43,12% e 13,76% fisionomia arbustiva acima de 5 metros, contudo mais de 90% dos Biossistemas das ^{Nascentes} analisados apresentaram ausência de lixo, ausência de fogo e ausência de assoreamento.

Palavras-chave: Biossistema das nascentes; Indicadores; Percepção ambiental

ABSTRACT

Exploratory analysis of quality parameters of the biosystems at the sub basin from Posses in Extrema – MG

This research was developed in 2015 at 109 water springs of the sub basin from Posses, Extrema, MG, that are inserted at Jaguari's River basin. The result is that the water spring's biosystem is composed by a group of biological, ecological and geological functions, and they interact with each one and they are completed with antropic action and the hydrological cycle. The objective of this research was to present a practical tool of management, and that must be objective and efficient to analyze the quality of water spring's biosystem, based on studies and analysis of the indicators that involves it's dynamic, doing the interaction between ecological, social and anthropical dimensions very important, organizing the aspects in a quantitative and qualitative form and the objective must be identify in each level of conservation is the water spring's biosystem analized, after that the analyzis tool named by "Protocolo de Campo" will be used by water quality managers. To get this, the "Protocolo de Campo" was composed by 11 indicators and a research of the quality parameters of the water spring's biosystems from Posses in Extrema - MG was made too, for this were collected water samples at the water springs, flow measurement and analysis of the most probable number of coliforms. The data obtained in the field by the "Protocolo de Campo" revealed that of the 109 water spring's biosystems analized, 64 are in the "disturbed group", 41 are in the "conserved group" and only 4 are in the "preserved group". None of them is in the "degraded group", but the research has noticed that the surroundings of the water springs is occuppied in the most by pasture, being 92,66%, eucalyptus, being 7,34%, they represent 43,12% of herbaceous physiognomy, 43,12% represent shrub physiognomy between 1 and 5 meters and 13,76% represent shrub physiognomy above 5 meters, even more than 90% of the water spring's biosystem analized presented absence of rubbish, absence of fire and absence of silting.

Keywords: Water spring's biosystem; Indicators; Environmental perception

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo e do município de Extrema em Minas Gerais.	32
Figura 2 - Localização da área de estudo e do município de Extrema em Minas Gerais.	33
Figura 3- Localização dos Biossistemas das Nascentes estudadas as Sub- Bacia de Posses em Extrema MG.....	35
Figura 5 - Procedimento para medir da vazão pelo método volumétrico nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	46
Figura 6 - Coleta de água na nascente do na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	48
Figura 7 - Coleta de água na nascente do na sub - bacia de Posses em Extrema – MG.....	49
Figura 8 - Coleta de água na nascente na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	50
Figura 9 - Aparelhos utilizados para determinar o número mais provável (NMP) de Escherichia coli e número mais provável Coliforme das amostras de água dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	52
Figura 10 - Estufa e cartela Colilert utilizada para determinação o número mais provável (NMP) de Escherichia coli e número mais provável Coliforme das amostras de água dos Biossistemas das nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	53
Figura 11 - Enquadramento do tipo de nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	59
Figura 12 - Enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG conforme o Protocolo de Campo.	61
Figura 13 - Localização e enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	62
Figura 14 - Tamanho da área dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	63
Figura 15 - Fisionomia e altura predominante da vegetação predominante dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	64
Figura 16 - Presença de espécies exóticas nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	65
Figura 17 - Conexão a montante dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	66
Figura 18 - Presença de cerca no perímetro dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	67
Figura 19 - Captação de água nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	68
Figura 20 - Pastejo de animais nos Biossistemas estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	69

Figura 21 - Presença de Lixo e ou despejo de esgoto nos Biossistemas estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	70
Figura 22 - Evidência de Fogo e ou fluxo de pessoas nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	71
Figura 23 - Exploração agrícola no entorno dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	72
Figura 24 - Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	73
Figura 25 - Análise da Concentração de Oxigênio dissolvido em percentagem nas águas das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	74
Figura 26 - Interpretação da Condutividade elétrica das amostras de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.....	74
Figura 27 - Análise dos indicadores do Biossistema da nascente 9 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Perturbada conforme Protocolo de Campo.....	75
Figura 28 - Análise dos indicadores do Biossistema da nascente 109 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Preservada conforme Protocolo de Campo.....	76
Figura 29 - Análise dos indicadores do Biossistema da nascente 82 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Conservada conforme Protocolo de Campo.....	77
Figura 30 - Sistema online Hídria pagina de entrada de dados do Biossistema para posterior análise.....	91
Figura 31 -Sistema online Hídria pagina de enquadramento do Biossistema e georeferenciamento...	92
Figura 32- Enquadramento dos Biossistemas das nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. em função da pontuação obtida no Protocolo de Campo.....	93
Figura 33 - Sistema on-line Hídria pagina de interpretação Biossistema da Nascente pelo gráfico de radar gerada pelo sistema.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Enquadramento do Biossistema da Nascente em função da pontuação obtida no Protocolo de Campo.....	45
Tabela 2 - Variáveis, métodos e referências dos parâmetros de qualidade de água.	51
Tabela 3 - Registro da pontuação obtida pelo Biossistema das Nascentes estudadas.	95
Tabela 4 - Registro das coordenadas geográficas dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	98
Tabela 5 - Registro das medições das vazões das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	101
Tabela 6 - Registro dos índices das análises de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	105
Tabela 7 - Registro dos índices das análises de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	109
Tabela 8 - Registro dos índices das análises de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.	112
Tabela 9 - Registro dos índices de análises das amostras de água coletada nas nascentes dos Biossistemas estudados na Sub - bacia de Posses em Extrema – MG, referente a Escherichia Coli /100ml e número mais provável Coliformes /100ml NMP/100ml.....	116

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, finito, que vem apresentando nos últimos anos um decréscimo na sua qualidade, devido a principalmente falta de políticas públicas que busquem manutenção da qualidade (MERTEN; MINELLA, 2003).

Um exemplo da importância da água é a constatação de que mundialmente cerca de doze milhões de pessoas morrem por ano, devido a problemas relacionados com a qualidade da água. No Brasil, 80% das internações hospitalares são devido a doenças relacionadas com a qualidade da água imprópria para consumo humano (MERTEN; MINELLA, 2003).

E mesmo o Brasil sendo um dos países mais ricos em reservas hídricas do mundo, a distribuição das mesmas não ocorre concomitantemente com as maiores populações do país, causando um problema maior quando a alta demanda não é acompanhada pela manutenção adequada do abastecimento das regiões mais populosas (ZOLIN et al., 2011). Um exemplo disso se observa nas bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí) e na região metropolitana de São Paulo, nas quais efetivamente ocorre a falta dos recursos hídricos não serem suficientes para atender a população, sendo este um problema que terá a gestão de políticas que busquem a adequação destes recursos (FOLEGATTI et al., 2010).

Além da escassez física da água, a perda da qualidade da água de abastecimento humano é um problema também que demanda atenção; esta é gerada pela poluição industrial, doméstica e agrícola (MERTEN; MINELLA, 2003). A busca das causas e soluções da poluição da água deve ser resolvidas não apenas na água, mas na bacia hidrográfica como um todo, sendo considerada para unidade de planejamento e gerenciamento. Para este fim, a busca de um diagnóstico da qualidade do corpo d'água e um planejamento e os usos e ocupações do solo são de extrema importância para a conservação dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica (ODUM, 1988).

As características de uma bacia hidrográfica possuem importante papel na dinâmica do ciclo hidrológico, afetando a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial; estes fatores estão sempre relacionados com as características geomorfológicas e com a cobertura vegetal (LIMA, 1986).

Outra questão importante é a presença de vegetação de mata ciliar que auxilia na proteção dos recursos hídricos. Em trabalho de Donadio; Galbiatti; Paula (2005), foi verificado que em nascentes com vegetação natural, a qualidade da água foi substancialmente melhor que as nascentes nas quais existia uso agrícola, demonstrando valores melhores para cor, turbidez, alcalinidade e nitrogênio total.

Outro aspecto de extrema importância é relacionado a áreas ecologicamente frágeis, como áreas com declive acentuado, de nascentes e áreas de recarga de aquíferos. Estas constituem ambientes de grande importância para a manutenção do fluxo de água dos maiores rios que garantem o fornecimento de água para os centros urbanos; assim, estes ambientes frágeis devem ser protegidos e/ou explorados de forma mais racional e sustentável possível (MERTEN; MINELLA, 2003).

Para a necessidade de aliar as expectativas econômicas da população junto com a manutenção da qualidade e quantidade da oferta de recursos hídricos, algumas iniciativas de políticas para lidar com esta questão foram implantadas no Brasil, com seu exemplo mais notável ocorrendo no município de Extrema (Minas Gerais), por meio do projeto “Conservador das Águas”, constituindo uma iniciativa de Pagamento por Serviços Ambientais com base na relação dos serviços prestados pelas áreas de matas ciliares, visando a conservação de recursos hídricos que serão utilizados pelo Sistema Cantareira, que supri uma das regiões mais populosas do país (ZOLIN et al., 2011).

Dessa forma, para garantir a capacidade de abastecimento dos grandes rios, é de extrema importância avaliar parâmetros de qualidade para o Biosistema das nascentes na Região de Extrema, para se atestar a oferta de água em qualidade e quantidade para a utilização no suprimento de água por meio do sistema Cantareira. Nesse sentido, delimitou-se as áreas de estudo as nascentes inseridas, na sub Bacia do ribeirão de Posses no município de Extrema – MG que estão inseridas na Bacia hidrográfica do Rio Jaguari.

O Rio Jaguari faz parte da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 5 – PCJ (Piracicaba/Capivari/ Jundiá) sendo de extrema importância regional, pois é um dos rios que abastece o sistema Cantareira do Estado de São Paulo, fornecendo água para uma população aproximadamente 10 milhões pessoas neste Estado.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

- Fazer uma análise exploratória dos parâmetros de qualidade dos Biossistemas das Nascentes da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG;
- Apresentar uma ferramenta prática de gestão, que seja objetiva, eficiente para análise da qualidade do Biossistema das Nascentes, e que venha a ser utilizada por gestores da qualidade das águas das bacias hidrográficas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Água e seus usos

O artigo 1º da Política nacional de recursos hídricos (Lei Nº 9.433/1997) estabelece que a água é um bem de domínio público, sendo um recurso natural, limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). Permitir o acesso a água potável e em quantidade suficiente para a manutenção da vida é direito assegurado a todos. Para o consumo humano é necessário garantir a potabilidade da água que é obtida pela manutenção de um conjunto de parâmetros de qualidade como: ausência de contaminação por agentes patogênicos, manter a contaminação microbiológica, a composição química e física em níveis adequados para o consumo humano o padrão de potabilidade está referendado pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

Considerando o Texto Constitucional e da premissa de que não há nenhum outro direito fundamental possível sem a presença da água, inclusive a própria vida, o direito fundamental ao direito de acesso à água ocorre por extensão, ou seja, apesar de não expresso ele existe de forma suplementar (HILÁRIO, 2016).

3.1.1 Classificação dos corpos hídricos

Entre as classificações de corpos hídricos mais antigas existentes na legislação brasileira, aparece historicamente a Resolução CONAMA Nº 20 de 1986, a qual considerou a classificação das águas doces, salobras e salinas, por ser essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliando parâmetros e indicadores específicos, de modo a garantir seus usos adequados (BRASIL, 1986).

Posteriormente surge a resolução e CONAMA Nº 274/2000 (Brasil, 2000), ao tratar dos critérios para recreação de contato primário, classifica as águas doces, salobras e salinas segundo o número mais provável de coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* ou enterococos, em três categorias de qualidade: excelente, muito boa e satisfatória. A mesma avaliação considera como imprópria para o contato primário as águas que apresentem, entre outros critérios, presença

de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação.

Outra resolução pertinente é a Resolução Nº 357/2005 considerada esta mais atual, seguida por suas Resoluções complementares assim denominadas: Resolução Nº 370/2006; Resolução Nº 393/2009; Resolução Nº 397/2009; Resolução Nº 430/2011; que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento também estabelecendo condições e padrões de lançamento de efluentes sendo (BRASIL, 2005).

Assim, a maioria dos procedimentos de classificação das águas para fins de enquadramento seguem as resoluções CONAMA Nº 357/05 e Nº 274/00 que fundamentam-se em critérios quantitativos, colocando-os como variáveis exclusivas ou quando muito como prioritárias em relação às perceptivas. Porém nota-se ausência de aplicação das devidas resoluções na prática pois é notável a ausência de monitoramento dos corpos hídricos para observar os critérios definidos pelas legislações acima citada (BRASIL, 2000).

3.1.2 Classificação das águas

A classificação das águas No Brasil é definida pelo padrão de potabilidade que está descrito na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), que considera: a ausência de contaminação por agentes patogênicos, ausência de substâncias tóxicas ou venenosas; presença de matéria orgânica em solução, e outros aspectos que definem a potabilidade.

3.1.3 Classificação de nascente

Nascente segundo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (FERREIRA, 2010) define que nascente é: um ponto onde começa uma corrente de água; Fonte; Que nasce; (LIMA et al., 2016) no Dicionário de Ecologia definem Nascente como: sendo o lugar onde se inicia uma corrente de água; Fonte. Porém (QUEIROZ, 2016)

considera que os termos referentes a denominação das nascentes, variam nas diversas regiões do Brasil, não apenas em função das suas particularidades de vocabulário, mas da diversidade de suas paisagens e condições físicas. Entre os termos relacionados por (QUEIROZ, 2016), para denominar uma nascente destaco alguns: Mina de água, Cabeceira, Olho d'água, Brejo, Campo úmido, Charco, Encharcado, Áreas saturadas, Solos hidromórficos, Manancial, Corixo, Vereda, Caxetal, Aguada, Veio d'água.

As nascentes são consideradas áreas de preservação permanente, assim como sua vegetação do entorno sendo nativa ou não, não podendo ser exploradas ou removidas. Segundo o Art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei em seu segundo capítulo define que 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; (BRASIL, 2012).

De acordo com o Art.7º desta lei “A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado” (BRASIL, 2012). A água é reconhecida pela Política Nacional de Recursos Hídricos art.1.º, como sendo um bem de domínio público estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL. Lei 9.433/1997). Sendo assim a água é um bem de todos não existem recursos hídricos particulares, ninguém é dono da água que possui em sua propriedade.

As nascentes de cursos d'água são elementos geomorfológicos e hidrológicos com significativa heterogeneidade ambiental. Sua complexidade se materializa na grande diversidade de contextos morfológicos, pedológicos, geológicos e hidrológicos (FELIPPE e JUNIOR, 2013).

Segundo (VALENTE e GOMES, 2011) nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos, dando origem a cursos d' água. Cada nascente dará origem a um curso d' água. As nascentes podem surgir “por contato das camadas impermeáveis com a superfície, por falhas geológicas ou por canais cársticos” (VALENTE e GOMES, 2011).

Segundo o (Código Florestal Brasileiro, 2012) subdivide a classificação de nascente em duas definições Art. 3º XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água; XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente.

3.2 Fatores estudados no Protocolo

Um ecossistema pode ser definido como um sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e seu ambiente, delimitado por fronteiras escolhidas arbitrariamente, as quais, no espaço e no tempo, parecem manter em equilíbrio dinâmico. Assim um ecossistema tem partes físicas com suas relações particulares a estrutura do sistema, que juntas participam de processos dinâmicos a função do sistema, sendo os componentes mais básicos dos ecossistemas os fatores abióticos, organismos vivos que interagem no ambiente, e fatores abióticos, componentes químicos e físicos não vivos do ambiente, como solo, luz umidade e temperatura (GLIESSMAN, 2001).

Na água, ar e terra, encontram-se vários seres vivos com suas distinções e inter-relacionamento entre si, cujos inúmeros organismos vivos existentes nos diversos tipos de ecossistemas do planeta chama-se biodiversidade (AQUINO et al., 2014).

Sendo assim podemos entender que dependendo da escala de estudo podemos identificar um ecossistema inserido em outro ecossistema, dependendo muito da ótica de estudo ou do interesse. Com isso pretendemos estudar o solo não como uma parcela de terra que suporta outros seres ou outras plantas. Além de fornecer a fonte mais óbvia de nutrientes para o crescimento das plantas, ela constrói, promove e mantém o ecossistema do solo; aumenta a retenção de água e nutrientes; é a fonte de alimento para os microorganismos do solo e fornece proteção mecânica importante para a superfície (GLIESSMAN, 2001).

Conhecer pormenorizadamente as potencialidades e fragilidades do solo e ter em mente os detalhes do manejo (preparo, correção e adubação) bem como das práticas culturais (aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas) é fundamental para sua conservação. Estas informações, associadas aos aspectos fisiográficos e

climáticos, permitem avaliar se o solo está sendo utilizado de acordo com sua aptidão, garantindo, assim, melhor produtividade e mantendo suas funções ecológicas (PARRON et al., 2015).

A utilização de cobertura morta de solo não é uma prática tradicional, mas acredita-se que essa técnica possa ser vantajosa sendo seus efeitos positivos como forma de controle de plantas daninhas, até a manutenção das condições adequadas de temperatura e umidade de solo necessárias ao ótimo desenvolvimento das raízes (RESENDE et al 2005). A deposição de serapilheira e a ciclagem de nutrientes são processos de grande importância para a manutenção do funcionamento da Floresta Atlântica, além de influenciar a atividade microbológica do solo (Bianchin, 2017).

Os solos são um recurso multi-funcional que oferecem uma variedade de serviços ambientais que podem ser classificados nas categorias de suporte, provisão e regulação (PARRON et al., 2015).

Dos fatores que afetam negativamente os recursos hídricos, a erosão é dos mais significativos, sendo a perda da camada superficial do solo um desafio para a sustentabilidade da agricultura no mundo originado pela remoção da cobertura vegetal original, a agricultura intensiva, o desrespeito às leis ambientais e de ordenamento territorial e a não observância da capacidade de uso do solo são alguns dos fatores que aceleram o processo de erosão. em casos extremos, esse processo pode culminar no desaparecimento total de pequenos cursos d'água e nascentes (ANA, 2012).

3.3 A importância da conectividade dos fragmentos naturais

Considerando o entendimento de (CALEGARI et al., 2010) onde afirma que a busca de conhecimento ecológico sobre os fragmentos florestais de uma área permite aplicar a gestão ambiental correta quanto ao manejo florestal, este podendo ser estudado pela Ecologia da Paisagem, através da cartografia de uso e cobertura das terras. Dessa forma, a avaliação da paisagem torna-se importante para diagnosticar os problemas atuais, estimar influências futuras e apontar as mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural.

Para (SCHAAT e VIBRANS) 2015 quanto maior a área do fragmento florestal, maior é o estabelecimento e a permanência de espécies clímacas, enquanto que as espécies pioneiras e secundárias provavelmente sejam favorecidas por florestas mais perturbadas (fragmentadas). Paisagens com maior cobertura florestal permitem a existência ou a sobrevivência de florestas mais bem conservadas e com menor influência da matriz no entorno.

Desta forma (CALEGARI et al., 2010) reforçam que para melhoria da qualidade ambiental dos fragmentos florestais as medidas importantes referem-se a eliminação dos agentes de perturbação promovendo a construção de cercas nas áreas, evitar a incidência de fogo, formação de cortinas de proteção com espécies de rápido crescimento com o objetivo de diminuir o efeito de borda e contaminação química e biológica dos fragmentos devido as atividades agrícolas do entorno.

São destaques principalmente os processos responsáveis pela perda da biodiversidade são: Perda e fragmentação dos habitats; Introdução de espécies e doenças exóticas; Exploração excessiva de espécies de plantas; Uso de híbridos e monoculturas na agroindústria e nos programas de reflorestamento; Contaminação do solo, água e atmosfera por poluentes; As Mudanças Climáticas (AQUINO et al., 2014).

Considerar que o estudo da dinâmica da serapilheira pode ser um importante indicador do estabelecimento e da manutenção da ciclagem biogeoquímica de nutrientes, pois a serapilheira representa um elo importante no ciclo orgânico de produção-decomposição, atuando na superfície do solo como um regulador dos processos de entradas e saídas, recebendo carbono e nutrientes via vegetação (entrada), e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica (saída) (PARRON et al., 2015).

3.4 Pagamentos sobre Serviços Ambientais em Extrema

A base teórica de esquemas de Pagamentos por Serviços Ambientais - PSA não é recente, sendo que os conceitos chave de externalidades e bens públicos datam, pelo menos, do início do século XX. No entanto, somente nas últimas décadas o PSA vem ganhando espaço em publicações em todo mundo, assim como

têm servido de base para diversas experiências práticas de políticas públicas (ANA, 2012).

Serviços ambientais podem se configurar como novos direitos, passíveis de regulação, de modo a serem capazes de resultar em benefícios compensatórios, não necessariamente econômicos, aos seus fornecedores. A maioria dos serviços ambientais não tem seu direito de propriedade definido, porque são bens públicos (PARRON et al., 2015).

Os sistemas de PSA têm princípio básico no reconhecimento de que o meio ambiente fornece gratuitamente uma gama de bens e serviços que são de interesse direto ou indireto do ser humano, permitindo sua sobrevivência e seu bem-estar (ANA, 2012). A Avaliação Ecossistêmica do Milênio classificou os serviços ambientais em quatro categorias fundamentais: provisão, regulação, cultural e de suporte Milenium Ecosystem Assessement (2005).

Em termos de políticas públicas, esquemas de PSA têm recebido uma atenção crescente nos últimos anos, pois funcionam como um incentivo para a gestão sustentável dos recursos naturais e melhoramento do nível de vida das populações que nelas habitam. Esse incentivo positivo está se constituindo em uma nova forma de promover a conservação e recuperação das florestas (TITTO e ORTIZ) 2013.

Segundo Parron et al., (2015) a incorporação do conceito de serviços ambientais no Brasil tem sido feita em escalas local e regional, gerando resultados animadores sobre Pagamento por Serviços Ambientais (PSAs) políticas públicas de incentivos à manutenção e produção de serviços ambientais.

O Programa Produtor de Água tem como princípio o estímulo à política de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA com vistas à conservação de recursos hídricos no Brasil. O Programa ocorre mediante orientação ou apoio a projetos, nas diversas regiões do Brasil. De modo geral, os projetos são implantados em trechos de bacias hidrográficas, geralmente microbacias com representatividade em nível municipal, mas conforme suas possibilidades podem alcançar regiões maiores ou avançar para a dimensão política estadual. São voltados a produtores rurais que se proponham, voluntariamente, a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas propriedades com vistas à conservação de solo e água. O Programa prevê que

os projetos contemplem o pagamento por serviço ambiental – PSA aos produtores em função das suas ações que favoreçam os serviços ecossistêmicos e que gerem externalidades positivas à sociedade (ANA, 2012).

3.5 Programa Conservador das Águas em Extrema – MG: “Da “Nascente a quebra de paradigma e o grande exemplo”.

Em 1996, na administração do Dr. Sebastião Antônio de Camargo Rossi, a Prefeitura de Extrema iniciou o Projeto Recuperar e Preservar a Quantidade e Qualidade das Águas dos Mananciais de Consumo e Desenvolvimento do Médio Sapucaí, em parceria com mais seis municípios do Sul de Minas. Esse projeto foi executado no âmbito do Projeto de Execução Descentralizada - PED componente do Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA, do Ministério do Meio Ambiente - MMA. Minas Gerais estava sob a coordenação do Sr. Joaquim Carlos Freire.

Em 1999, com o apoio do Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, coordenado pelo engenheiro Francisco Carlos Castro Lahóz, foi criado o primeiro termo de referência para elaboração do diagnóstico ambiental dos recursos hídricos nas sub-bacias. Levamos essa proposta para o Superintendência da Sabesp, e em seguida foi formado um grupo de técnicos para formatar um plano de trabalho com a presença do Geógrafo João Roberto Miranda e o Agrônomo Sérgio Antônio da Silva. Essa equipe trabalhou na proposta até o ano de 2000.

Em 2001, no terceiro mandato do Dr. Luiz, elaboramos o Projeto Água é Vida - Manejo e Monitoramento em Sub-bacias Hidrográficas, que tinha como meta a obtenção do Diagnóstico Ambiental de Extrema através da elaboração de diversos mapas, utilizando imagens de satélite de alta resolução, levantamento dos meios físicos, bióticos e sócio-econômicos, e monitoramento físico, químico e biológico dos cursos d'água e em 2002 executamos todos os levantamentos propostos e elaboramos os relatórios.

No dia 21 de junho de 2002 surgiu a idéia de concretizarmos o Conservador das Águas houve uma reunião no clube literário e recreativo de Extrema para discutir a proposta de criação do Comitê Federal das Bacias dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá e o representante da Ana (agência Nacional das Águas) que citou a proposta do Programa Produtor de Água que estava sendo elaborada pela ANA introduzindo o conceito de Pagamento por Prestação de Serviços Ambientais - PSA.

E m 2005, no segundo mandato do Dr. Sebastião, fizemos o lançamento do livro da Agenda 21 de Extrema, que contou com a presença do Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, e na seqüência elaboramos o Projeto de Lei do Projeto Conservador das Águas que foi encaminhado à Câmara de Vereadores. Estive na Câmara para as justificativas, explicações e discussões. O PL foi aprovado por unanimidade pela Câmara Municipal e, no dia 21 de dezembro de 2005, a Lei 2.100 foi sancionada pelo prefeito Dr. Sebastião.

O Projeto Conservador das Águas teve seu início oficial com a promulgação da Lei Municipal 2.100, de 21 de dezembro de 2005, que cria o projeto e se torna a primeira lei municipal no Brasil a regulamentar o Pagamento por Serviços Ambientais relacionados com a água. O desafio de fazer o Conservador das Águas acontecer, era a elaboração de uma lei que permitisse o repasse de dinheiro público aos proprietários rurais, que era, e é até hoje, a dificuldade que os Estados e a ANA têm para executar diretamente o Programa Produtor de Água. Ao mesmo tempo tínhamos que abrir negociação com os agricultores.

Em 2006, com o trabalho do Dr. João Luiz, começamos a elaborar os decretos que regulamentam a Lei 2.100/05 e o termo de compromisso a ser celebrado com os produtores. Nos baseamos no modelo do IEF/MG. Esse tema estava sendo discutido também no âmbito do Comitê de Bacias PCJ, e tive oportunidade de aprender com profissionais de muito conhecimento no assunto: com o Professor Marcos Vinícius Folegatti, da Esalq, e com a Dra. Helena Carrascosa e o Dr. Paulo Toledo, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Também em 2006, começamos a buscar parcerias para a implantação do projeto. Precisávamos de recursos financeiros e também de apoio técnico para dar sustentação ao projeto, pois no início, o primeiro contato foi com a organização não governamental - ONG Valor Natural de Belo Horizonte. Em 2008 ampliamos novos convênios com o IEF/PROMATA e com a TNC, e já com a parceria com a SOS Mata Atlântica, celebramos também um convênio com a Agência Nacional das Águas - ANA, para a implantação das práticas de conservação de solo. Em 2010 continuamos avançando na Sub-Bacia do Salto; trabalhamos em propriedades com áreas bastante significativas em restauração e também em conservação (Conservador das Águas, 2010).

O diferencial da lei que foi aprovada pelo Legislativo e implementada pelo Executivo do município de Extrema – MG é que permite na prática o pagamento aos proprietários rurais que aderirem o Projeto Conservador das Águas conforme determina a Lei Municipal 2.100/05 e seus decretos regulamentadores 1.703/06 e 1801/06.

Os principais objetivos do projeto são: A base conceitual do projeto é a mesma do Programa Produtor de Água • Voluntário e baseado no cumprimento de metas; Flexível no que diz respeito a práticas e manejos propostos; • Pagamento baseado no cumprimento de metas preestabelecidas; • Pagamentos feitos durante e após a implantação do projeto. A grande novidade da lei é seu artigo 2º que autoriza o Executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais que aderirem ao Projeto Conservador das Águas, mediante cumprimento das metas estabelecidas.

Esse apoio é dado a partir do início da implantação das ações, e se estende por um período mínimo de quatro anos. A lei definiu também o valor de referência a ser pago aos produtores rurais que aderirem ao projeto, fixado em 100 Unidades Fiscais de Extrema - UFEX, equivalente em 2010 a R\$ 176,00 por hectare/ano, e estabeleceu que as despesas de execução da lei correrão por verbas próprias, consignadas no orçamento municipal. Também autorizou o município a firmar convênios com entidades governamentais e da sociedade civil, possibilitando apoio técnico e financeiro ao projeto, o que facilitou muito a construção de parcerias.

a) aumentar a cobertura vegetal nas sub-bacias hidrográficas e implantar micro corredores ecológicos;

b) reduzir os níveis de poluição difusa rural, decorrentes dos processos de sedimentação e eutrofização, e de falta de saneamento ambiental;

c) difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e água, na bacia hidrográfica do Rio Jaguari;

d) garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantadas, por meio de incentivos financeiros aos proprietários rurais.

A Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Posses, com relação ao critério cobertura vegetal, é a mais impactada no município, e foi por esse motivo escolhida para iniciar o projeto (Conservador das Águas, 2010).

3.6 História de Extrema

O núcleo inicial segundo a tradição que congregou os primeiros moradores da vila de Extrema foi uma ermida cuja construção data antes de 1800, numa área de trinta alqueires que foi consagrada a invocação de Santa Rita doada pelo fazendeiro José Alves, vulgo Zeca Alves.

O local chamou-se Registro, em 12 de outubro de 1871, pela Lei provincial número 1858, foi criado o distrito com a denominação de Santa Rita da Extrema, sendo esta segunda denominação em homenagem a padroeira do lugar, pela Lei estadual nº31, de 16 de setembro de 1901 foi criado o município Santa Rita da Extrema do desmembramento do município de Jaguari (mais tarde Camanducaia), em 1º de janeiro de 1902 deu-se sua instalação e no ano de 1915 pela Lei estadual nº 663 tanto o distrito único como o município tiveram sua denominação simplificada para “Extrema”.

A Lei estadual nº 893, de 10 de setembro de 1925 elevou a categoria de cidade a sede do município de Extrema, que na Divisão Administrativa Brasileira de 1933, continua figurando com um só distrito o da sede. Já nas divisões de 1937 e 1938, o município aparece com dois distritos: o de Extrema, a sede e o de São José de Toledo.

Até o ano de 1938 o município de Extrema era subordinado a comarca de Camanducaia e pelo Decreto – Lei estadual nº 148, de 17 de dezembro de 1938, que fixou o quadro territorial para o quinquênio 1939 - 1943 o município de Extrema passou a constituir o novo Têrmo dessa designação, jurisdicionado à Comarca de Camanducaia, já no ano de 1948 pelo Decreto – lei estadual nº 1094 expedido em 8 de outubro de 1948 foi criada a comarca de Extrema, instalada em 15 de novembro de 1949.

O município de Extrema localiza-se na Zona Sul do estado de Minas Gerais com uma área de 254 Km². No Recenseamento de 1950 foi apontado uma população de 10 863 habitantes sendo que 1589 moravam no quadro urbano destes 56,13% sabem ler e escrever e 9274 residem no quadro rural e 20,15% sabem ler e escrever. Em 1955, foi registrado que a principal atividade econômica do município era: Pecuária, Silvicultura e Agricultura, sendo os produtos de maior expressão na produtividade agrícola: Batata inglesa, Milho e Café. A organização industrial na mesma data era composta por 8 indústrias extrativa de mineral e 16 indústrias de transformação e beneficiamento de produção agrícola.

Os aspectos gerais da vida municipal foi assim constituído considerando que a sede do município, cidade de Extrema, ergue-se em belíssimo planalto, das encostas da serra da Mantiqueira. O clima é uma característica que dão renome à cidade, juntamente com a ótima qualidade da água potável, vinda diretamente da serra. Com cerca de 400 edifícios sobressaem-se entre eles, o da prefeitura Municipal e do Grupo Escolar, algumas residências particulares de construção recente.

A iluminação pública é boa, com energia vinda da cidade de Bragança Paulista. Bom serviço de esgoto, vários logradouros calçados com paralelepípedos, há na cidade agências de estabelecimento bancário e da Caixa Econômica do Estado de Minas Gerais, 1 serviço de saúde, com 1 médico em exercício, 1 cinema além de duas bibliotecas, uma instituição recreativa denominada Clube Literário e Recreativo Extremense. O jornal local denomina-se "O Extremense" e a rede informativa da população completa-se com dois serviços de alto-falantes (Ferreira, et al., 1959).

Segundo o Censo de 2010 realizado pelo IBGE (2010) apontou uma população de 28.599 habitantes com densidade demográfica de 116,93 hab/Km², com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,732, Taxa de Esgotamento sanitário adequado de 77,2%, Arborização de vias públicas 73,4% e Urbanização de vias publicas com taxa de 9,2%.

3.7 Indicadores

O termo Indicador origina-se do latim "indicare", verbo que significa apontar. Em Português, indicador significa que indica, torna patente, revela, propõe, sugere, expõe, menciona, aconselha, lembra. No presente documento, entende-se indicador como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema (DEPONTI et al., 2002).

Desde que a sociedade reconheceu a importância de se planejar o crescimento econômico, social e ambiental de forma sustentável, tem se discutido quais os métodos eficazes de monitoramento e avaliação desses pontos (AQUINO et al., 2014).

Um instrumento utilizado para monitorar o desenvolvimento sustentável são os indicadores de sustentabilidade, os quais são responsáveis por capturar tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias (KEMERICH et al., 2014).

Um dos maiores desafios enfrentados na quantificação ou qualificação da sustentabilidade consiste na elaboração de metodologias adequadas que permitam avaliar a sustentabilidade de realidades locais, regionais ou nacionais, posto existirem diferentes características e peculiaridades inerentes aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e institucionais (CARVALHO et al., 2011).

A fim de que se alcance êxito na avaliação é importante a definição clara dos objetivos que devem ser alcançados pelo programa e pelos indicadores propostos (KEMERICH et al., 2014).

Em geral, os parâmetros refletem os interesses concretos que se colocam para o avaliador naquele momento histórico. Os parâmetros são limites idealizados por seus propositores que representam o nível ou a condição (na ótica dos mesmos) em que o sistema deve ser mantido para que seja sustentável (DEPONTI et al., 2002).

Os indicadores revelam tendências e permitem uma análise mais real sobre um determinado fato (AQUINO et al., 2014).

Com a intenção de apoiar um acompanhamento de forma sistêmica e participativa, faz-se necessário um estudo detalhado para definir a metodologia de avaliação da sustentabilidade de sistemas, para tanto é necessário considerar alguns princípios que são essenciais: identificar e reunir o público envolvido na avaliação; definir o objeto de estudo; definir o padrão de sustentabilidade desejada para o sistema que será analisado; definir quais são as características que o sistema deve ter para ser considerado sustentável (DEPONTI et al., 2002).

Segundo (DEPONTI et al., 2002) um indicador estratégico deve apresentar algumas características essenciais, devendo ser: Centrado em aspectos claros e práticos; Simples de entender; Baseado em informações confiáveis; Fácil de medir e de monitorar; sensível, isto é, deve permitir a avaliação das modificações nas características do sistema; Integrador, ou seja, que permita a interrelação com outros indicadores, compreendendo aspectos das diferentes dimensões.

Outro método para seleção de indicadores é o Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), um marco metodológico que objetiva avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas de manejo de recursos naturais em uma escala local (KEMERICH et al., 2014).

A construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade é um trabalho que exige uma equipe interdisciplinar, pois não há uma fórmula pronta, é necessário análise, interpretação e compreensão por parte dos envolvidos (DEPONTI et al., 2002).

Os indicadores de sustentabilidade ambiental devem possibilitar uma visão de conjunto, necessitando para tal, serem construídos a partir dos problemas e da realidade existente, a fim de que se possa entender seus aspectos críticos e usufruir de seu verdadeiro potencial (KEMERICH et al., 2014).

O que se percebe é que a utilização de indicadores é uma maneira intuitiva de monitorar complexos aspectos destes sistemas, que a sociedade considera importantes (CARVALHO et al., 2011).

Os indicadores descrevem um processo específico e são particulares a esses processos, e por isso não há um conjunto de indicadores globais adaptáveis a qualquer realidade. (DEPONTI et al., 2002).

Os indicadores de sustentabilidade aparecem como ferramentas capazes de subsidiar o monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável, tendo como função principal a revelação de informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais, etc.) que compõem o desenvolvimento sustentável do sistema na sociedade (CARVALHO et al., 2011).

O grau de excelência de um indicador deve ser definido por sua validade, ou seja, sua capacidade de medir o que se pretende, por sua confiabilidade, capacidade de reproduzir os mesmos resultados quando aplicado em condições similares (KEMERICH et al., 2014).

Fazer uma análise do estado atual das questões hídricas em micro bacias hidrográficas considerando dimensões/categorias relacionadas ao desempenho do sistema (desenvolvimento humano; econômico; abastecimento humano; pressões

da irrigação, pecuária, abastecimento rural, aquicultura e lazer; coleta de esgoto; atendimento de coleta de lixo; e estado qualitativo da água) permite inferir sobre as implicações diretas, em escala espacial e temporal, podendo contribuir para o monitoramento da gestão dos recursos hídricos (CARVALHO et al., 2011).

3.8 Hierarquia dos corpos hídricos

A área de estudo está inserida na Região Hidrográfica Paraná que possui uma área de aprox. de 879.873 km² (10% do território nacional), abrangendo sete estados: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal. Apresenta grande importância no contexto nacional, pois representa a região de maior desenvolvimento econômico do país. Essa rede hidrográfica conta com 1.507 municípios e uma população de 61,3 milhões de pessoas. Caracteriza-se pelo predomínio urbano onde vivem 93% de seus habitantes. Os usos preponderantes do abastecimento hídrico são de irrigação, industrial e urbano, chegando a totalizar 94% de sua demanda total (FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2018).

Essa Região Hidrográfica está dividida em 11 bacias hidrográficas sendo: Aguapeí Peixe, Grande, Iguaçu, Ivaí, Paranaíba, Paranapanema, Piquiri, Tietê, Bacias de contribuição ao reservatório Ilha Solteira, Bacias de contribuição ao reservatório Itaipu e Afluentes da Margem Direita do Rio Paraná, possui 1.507 municípios. Destes, 256 possuem mais de 50.000 habitantes. Caracteriza-se por possuir população predominantemente urbana, representada por 93% do total de seus habitantes. A densidade populacional média na Região Hidrográfica do Paraná é bastante alta, chegando a 69,7 hab./km², pouco mais do que três vezes maior que a média nacional (22,4 hab./km²) (ANA, 2015).

Figura 1 - Localização da área de estudo e do município de Extrema em Minas Gerais.

A área de abrangência das Bacias PCJ pertence à unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos PCJ: Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 5) compreende um recorte hidrográfico com área de 15.303,67 km², sendo 92,6% no estado de São Paulo e 7,4% no estado de Minas Gerais. Apresenta extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul. No estado de São Paulo, as Bacias PCJ, todas afluentes do rio Tietê, estendem-se por 14.137,79 km², sendo 11.402,84 km² correspondentes à bacia do rio Piracicaba, 1.620,92 km² à bacia do rio Capivari e 1.114,03 km² à bacia do rio Jundiá (PCJ 2014) que tem suas nascentes nos Estados de Minas Gerais (nas cabeceiras do Rio Jaguari). Sendo o Rio Jaguari é um dos rios que abastece os reservatórios do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo. Fitogeograficamente, a região de Extrema está inserida no Bioma Mata Atlântica. O município encontra-se em zona de tensão ecológica entre as formações de Floresta Umbrófila Densa, Floresta Umbrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. Encontra-se dentro do Bioma da Mata Atlântica (CONSERVADOR DAS ÁGUAS, 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área do estudo possui 1.196,7 hectares e compreende a sub-bacia hidrográfica de Posses, localizada no município de Extrema, ao sul do Estado de Minas Gerais (Figura 2). Esta sub-bacia está inserida na Bacia hidrográfica do Rio Jaguari, um dos rios que abastece o Reservatório do Sistema Cantareira no estado de São Paulo (Figura 3).

Figura 2 - Localização da área de estudo e do município de Extrema em Minas Gerais.

4.1.1 Clima

O clima na sub-bacia de Posses é do tipo Cwb, de acordo com a classificação de (Köppen e Geiger, 1936) caracterizado como clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado podendo ocorrer estiagem de inverno. A temperatura média anual é de 18°C, tendo nos meses mais quente e mais frio temperaturas médias de 25,6°C e 13,1°C, respectivamente, com ocorrência de geadas anuais, e precipitação média anual de 1.477 mm (ANA, 2008).

4.1.2 Solo

Os solos dominantes na sub-bacia das Posses são os Cambissolo (40,91 %); Argissolo Vermelho-Amarelo (36,07%); Neossolo Litólico (13,3%) e Neossolo Flúvico (9,72%). As terras da sub-bacia das Posses foram discriminadas nas seguintes subclasses de aptidão agrícola com percentual de 31,72%, destinados ao uso agrícola, pastagens com 41,14 % e preservação da biodiversidade da fauna e flora e recarga de água, que representam 27,13%, do total da área (FREITAS et al., 2008).

Conforme apresentamos na (Figura 3) foram analisadas 109 nascentes na Sub Bacia do Ribeirão de Posses município de Extrema – MG.

Figura 3- Localização dos Biossistemas das Nascentes estudadas as Sub- Bacia de Posses em Extrema MG.

4.2 Caracterização do Biossistema das Nascentes

A Sub Bacia de Posses, no município de Extrema, MG, que está inserida na bacia hidrográfica do Rio Jaguari, foi percorrida in loco para um reconhecimento de suas particularidade e detalhes referentes a: Definição da metodologia de trabalho; Uso e ocupação do solo; Conservação do Biossistema na Nascente; Definição do local de acesso ao fragmento florestal para a coleta de água da nascente; Aplicação do Protocolo de Campo; Coleta de dados; Coleta de água e Georeferenciamento.

4.2.1 Definindo o Biossistema da Nascente

Entendeu-se que o Biossistema da Nascente é composto por um conjunto de funções biológicas, ecológicas, geológicas, que se interagem entre si e se completam com a ação antrópica e o ciclo hidrológico.

Para isso deve-se considerar que os fatores biológicos, ecológicos, hidrológicos e antrópicos que estruturam o Biossistema da Nascente mantêm pertinência e interagem conforme a escala de proximidade em que o Biossistema da Nascente esta inserido.

Para este estudo, a escala utilizada foi a local, considerando para isto a nascente como o centro do biossistema e o seu entorno as áreas que são limítrofes ao seu perímetro, dividindo os fatores estudados em: bióticos e antrópicos.

- Fatores antrópicos pertinentes ao Biossistema da Nascente: uso e ocupação do solo, cerca no entorno, captação de água, deposição de lixo ou despejo de esgoto, pastejo de animais no interior do Biossistema da Nascente, evidência de fogo, exploração agrícola do entorno e técnica de conservação de solo utilizadas.
- Fatores bióticos pertinentes ao Biossistema da Nascente: tamanho da área, fisionomia e altura predominante da vegetação, presença de espécies exóticas, conexão à montante e variáveis hidrológicas que são constituídas pela: precipitação, interceptação vegetal, infiltração, percolação, evaporação, transpiração, evapotranspiração e escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo.

A caracterização do Biossistema das Nascentes foi desenvolvida pela aplicação do Protocolo de Campo (proposto por este trabalho de pesquisa), medição da vazão, análise da qualidade da água utilizando sonda portátil onde foi medido: oxigênio dissolvido, pH, temperatura e coleta de água para posterior análise de turbidez, condutividade elétrica e análise microbiológica pelo método Colilert.

4.3 Protocolo de Campo

A metodologia escolhida para a pesquisa de campo foi desenvolvida in loco no BioSSistema das Nascentes que foram consideradas como elemento central de estudo e o seu entorno as áreas que são limítrofes ao seu perímetro.

A análise foi desenvolvida por meio da percepção ambiental, através da análise integral da paisagem observando e analisando os aspectos que interferem diretamente na qualidade do BioSSistema da Nascente e estão pré definidos no Protocolo de Campo.

Os parâmetros do BioSSistema da Nascente contidos no Protocolo de Campo conforme a (Figura 4) que foram estudados estão relacionados a seguir:

- Área do BioSSistema da Nascente;
- Fisionomia e altura predominante do BioSSistema da Nascente;
- Presença de espécies exóticas no BioSSistema da Nascente;
- Conexão a montante do BioSSistema da nascente;
- Presença de cerca no entorno do BioSSistema da Nascente;
- Captação de água no BioSSistema da Nascente;
- Pastejo de animais no BioSSistema da Nascente;
- Lixo e ou despejo de esgoto no BioSSistema da Nascente;
- Evidência de fogo ou fluxo de pessoas no BioSSistema da nascente;
- Exploração agrícola no entorno do BioSSistema da Nascente;
- Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno da nascente;
- Estudo do uso e ocupação do entorno da nascente.

Para definir a: ocupação na área do entorno do BioSSistema da Nascentes; conexão da área de preservação permanente com outro fragmento; tipo de exploração agrícola do entorno; técnicas de manejo e conservação de solo no entorno da nascente; uso e ocupação do entorno do BioSSistema da Nascente foram considerados como área de estudo as áreas contíguas as divisas do fragmento em que o BioSSistema da Nascente estudado esta inserido.

PROTOCOLO DE CAMPO PARA ANÁLISE DO BIOSSISTEMA DA NASCENTE

Proprietário					
Localização:				Pesquisador	
Data da coleta		Vazão		Tipo de nascente	Efêmera Intermitente
Coordenada Geográfica				Difusa Perene	

Atributo	Dimensão	Indicador	Parâmetro				
Sustentabilidade	Ecológica	1. Área do Biossistema da Nascente.	Menor que 1 ha	1			
			De 1 a 2 ha	2		nota	
			De 2 a 3 ha	3			
			Maior que 3 ha	4			
	Ecológica	2. Fisionomia e altura predominante da vegetação do Biossistema da Nascente.	Fisionomia herbácea 0,3 – 1 metro.	1		nota	
			Fisionomia arbustiva 1 - 3 metro.	2			
			Fisionomia arbustiva 3 - 5 metro.	3			
			Fisionomia arbórea 5 – 10 metro.	4			
	Ecológica	3. Presença de espécies exóticas no Biossistema da Nascente.	Gramíneas.	1		nota	
			Leucena, Santa Barbara, Pinus.	2			
			Eucalipto, Bambu, Taquara.	3			
			Arbusto (indicando início de regeneração).	4			
	Ecológica	4. Conexão a montante do Biossistema da Nascente.	Fragmento totalmente isolado.	1		nota	
			Conectado a fragmento de eucalipto ou Pinus.	2			
			Conectado fragmento com SAF.	3			
			Conectado a fragmento com floresta.	4			
	bi e nt	5. Cerca no	Parcialmente cercada.	1			

		entorno do Biossistema da Nascente.	Metade do perímetro cercado.	2		nota
			Mais da metade do perímetro cercado.	3		
			Totalmente cercada.	4		
			Somatório Parcial 1			
	Hidroológico	6. Captação de água no Biossistema da Nascente.	Bebedouro para dessedentação animal.	1		nota
			Captação de água para uso agrícola.	2		
			Captação de água para uso domiciliar.	3		
			Nenhuma captação.	4		
	Ambiental	7. Pastejo de animais no Biossistema da Nascente .	Uso somente como pastagem.	1		nota
			Corredor cercado para acesso ao bebedouro.	2		
			Evidência de presença de animais.	3		
			Nenhum uso.	4		
			Somatório Parcial 1			
Atributo	Dimensão	Indicador	Parâmetro			
Sustentabilidade	Social	8. Lixo e ou despejo de esgoto no Biossistema da Nascente.	Espuma, óleo ou Assoreamento.	1		nota
			Esgoto e ou embalagem de agrotóxico.	1		
			Entulho, resíduo industrial ou lixo doméstico.	1		
			Nenhum	4		
	Social	9. Evidência de fogo ou fluxo de pessoas no Biossistema da Nascente.	Área 100% queimada	1		nota
			Evidência de Fogo.	2		
			Ponto de visitação planejado	3		
			Nenhum	4		
	bi e nt	10. Exploração	Horticultura e ou Cana de açúcar.	1		

		agrícola do entorno do Biossistema da Nascente.	Eucalipto e ou Pinus.	2	nota
			Fruticultura e ou Pastagem.	3	
			Saf e ou Fragmento florestal.	4	
	Ambiental	11. Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno do Biossistema da Nascente.	Ausência de praticas de conservação (somente roçada de pasto).	1	nota
			Preparo de solo com arado e grade.	2	
			Cultivo Mínimo.	3	
			Plantio Direto.	4	
			Somatório Parcial 2
Somatório Parcial 1 (+) mais Somatório Parcial 2 é igual ao enquadramento do Biossistema da Nascente S1 _____ + S2 _____		
			Enquadramento do Biossistema da nascente		
			Marque no gráfico ao lado o valor obtido em cada parâmetro e identifique os pontos fortes e fracos do Biossistema da Nascente analisada.		
Enquadramento do Biossistema da nascente conforme o Protocolo					
DEGRADADA		1 até 11		CONSERVADA 23 até 33	
PERTURBADA		12 até 22		PRESERVADA 34 até 44	

4.3.1 Valoração dos aspectos do Protocolo de campo

A valoração dos indicadores contidos no Protocolo de Campo foi feita por parâmetros previamente definidos e valorados conforme sua pertinência e influência junto aos processos ecológicos do Biossistema da Nascente, sendo sua valoração variando de 1 até 4 ponto sobre os indicadores, onde o menor valor refere-se a menor contribuição para a estabilidade e a conservação do Biossistema da Nascente e o maior valor refere-se a maior contribuição para a estabilidade e a conservação do Biossistema da Nascente.

Todos os dados foram tabulados e cada indicador recebeu sua nota conforme o critério definido. O resultado final foi obtido pelo somatório das valorações recebidas por cada indicador analisado in loco no Biossistema da Nascente conforme (Tabela 1).

Para analisar a qualidade do Biossistema da Nascente e interpretar a pontuação obtida pela aplicação do Protocolo de Campo no Biossistema das Nascentes, o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores foi dividido em 4 categorias e foi classificadas em:

- Degradado o Biossistema da Nascente que apresentou somatório dos pontos do Protocolo de Campo menor que 11 pontos;
- Perturbada o Biossistema da Nascente que apresentou somatório dos pontos do Protocolo de Campo entre 12 pontos e 22 pontos;
- Perturbada o Biossistema da Nascente que apresentou somatório dos pontos do Protocolo de Campo entre 12 pontos e 22 pontos;
- Preservada o Biossistema da Nascente que apresentou somatório dos pontos do Protocolo de Campo entre 23 pontos e 33 pontos;
- Conservada o Biossistema da Nascente que apresentou somatório dos pontos do Protocolo de Campo entre 34 pontos e 44 pontos.

4.3.2 Classificação dos BioSSistemas das Nascentes pelo Protocolo de campo

O BioSSistema da Nascente foi considerado no estágio **DEGRADADO** quando na aplicação do protocolo de campo junto ao BioSSistema da nascente o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores apresentou valor abaixo de 11 pontos e foi considerado assim por apresentar:

- Área do BioSSistema da Nascente menor que 1 ha;
- Fisionomia herbácea do BioSSistema da nascente variando 0,3 até 1 metro de altura;
- Presença de espécie exóticas predominantemente gramínea no do BioSSistema da Nascente;
- Ausência de conexão do BioSSistema da Nascente a montante com fragmento de qualquer natureza;
- Apresenta cerca construída em menos de 30 % do perímetro do BioSSistema da nascente de forma parcial;
- Apresentar captação de água no do BioSSistema da Nascente para fins de dessedentação animal;
- A área do BioSSistema da Nascente for utilizada somente como pastagem;
- Apresentar Espuma, óleo ou Assoreamento na área do do BioSSistema da Nascente;
- Apresentar área 100% queimada;
- Apresentar exploração agrícola no entorno do BioSSistema da Nascente predominantemente Horticultura e ou Cana de açúcar.
- Apresentar ausência de Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno do BioSSistema da Nascente;

O BioSSistema da Nascente foi considerado no estágio **PERTURBADO** quando na aplicação do Protocolo de Campo junto ao BioSSistema da Nascente o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores apresentou valor entre 12 e 22 pontos:

- Área do Biossistema da Nascente variando que 1 a 2 ha;
- Fisionomia arbustiva do Biossistema da Nascente variando 1 até 3 metro de altura;
- Presença de espécie exóticas predominantemente Leucena, Santa Barbara, Pinus no Biossistema da Nascente;
- Biossistema da Nascente conectado a montante com fragmento de eucalipto ou Pinus;
- Apresenta cerca construída em menos de 50% do perímetro do Biossistema da Nascente;
- Apresentar captação de água no do Biossistema da Nascente para uso agrícola;
- Apresente na área do Biossistema da Nascente corredor cercado para acesso ao bebedouro evidenciando pastoreio de animal em área restrita ao corredor;
- Apresenta despejo de esgoto ou descarte de embalagem de agrotóxico e ou Lixo doméstico;
- Apresentar evidência de fogo na área do Biossistema da Nascente;
- Apresentar exploração agrícola no entorno do Biossistema da Nascente predominantemente Eucalipto e ou Pinus.
- Apresentar baixa tecnologia em conservação de solo faz plantio em nível e maneja pastagem com roçada e piquetes.

O Biossistema da Nascente foi considerado no estágio **CONSERVADO** quando na aplicação do Protocolo de Campo junto ao Biossistema da Nascente o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores apresentou valor entre 23 e 33 pontos e assim foi considerado por apresentar:

- Área do Biossistema da Nascente variando que 2 a 3 ha;
- Fisionomia arbustiva do Biossistema da Nascente variando 3 até 5 metros de altura;
- Presença de espécie exóticas predominantemente Eucalipto, Bambu, Taquara e Banana no Biossistema da Nascente;

- Biossistema da nascente conectado a montante com fragmento de SAF;
- Apresenta cerca construída em mais de 50% do perímetro do Biossistema da Nascente;
- Apresentar captação de água no do Biossistema da Nascente para uso domiciliar;
- Apresente na área do Biossistema da Nascente evidência de passagem de animal porém não permanência do mesmo;
- Apresenta despejo de entulho na área do Biossistema da Nascente;
- Apresenta ponto de visitação de turista ou pesquisador planejado e restrito a observação e contemplação sem utilização da área para banho na área do Biossistema da Nascente;
- Apresentar exploração agrícola no entorno do Biossistema da Nascente predominantemente Fruticultura e ou Pastagem;
- Apresentar utilização de média tecnologia em conservação de solo e desenvolver o manejo de plantio da pastagem com curva em nível e roçada, faz uso da adubação de cobertura para a pastagem, a propriedade é dividida em piquetes e o manejo do plantel é feito de forma a proteger a rebrota da pastagem.

O Biossistema da Nascente foi considerado no estágio **PRESERVADO** quando na aplicação do Protocolo de Campo junto ao Biossistema da Nascente o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores apresentou valor entre 34 e 44 pontos:

- Área do Biossistema da nascente maior que 3 ha;
- Fisionomia arbórea do Biossistema da Nascente variando 5 até maior que 10 metros de altura;
- Ausência de espécie exóticas no Biossistema da Nascente com a presença de arbustos indicando início do processo de regeneração;
- Biossistema da nascente conectado a montante com fragmento de vegetação nativa consolidada em estágio sucessional de Climax;

- Apresenta cerca construída em 100% do perímetro do BioSSistema da Nascente;
- Ausência de captação de água no do BioSSistema da Nascente;
- Apresente na área do BioSSistema da Nascente ausência ou permanência do mesmo;
- Ausência de despejo de entulho ou qualquer outro produto que venha e interferir nos processo de manutenção natural do BioSSistema da Nascente;
- Ausência de vestígios de passagem de pessoas ou qualquer outro item que indique que o ambiente sofreu antropização;
- Apresentar exploração agrícola no entorno do BioSSistema da Nascente predominantemente com Sistema Agro Florestal (SAF) e ou fragmento florestal;
- Apresenta alta tecnologia em conservação de solo, desenvolve o manejo de plantio em nível, utiliza a prática do plantio direto na palha, a pastagem é roçada, a propriedade é dividida em piquetes no e o manejo do plantel é feito no sistema de rotação de pastagem com adubação de piquetes e o cuidado com o manejo de forma a proteger a rebrota da pastagem.

Tabela 1 - Enquadramento do BioSSistema da Nascente em função da pontuação obtida no Protocolo de Campo.

Estágio do BioSSistema da Nascente	Pontuação obtida pelo Protocolo de Campo
Degradada	abaixo de 11 pontos.
Perturbada	entre 12 pontos a 22 pontos.
Conservada	entre 23 pontos a 33 pontos
Preservada	entre 34 pontos a 44 pontos.

4.4 Georeferenciamento das nascentes

As nascentes foram georeferenciadas utilizando um receptor GPS Garmim modelo 62 sc, com a utilização do Datum WGS 84.

4.5 Medição da Vazão

Para caracterização prévia da produção de água das nascentes, as vazões foram obtidas por meio do método direto, aplicável nos casos de pequenas vazões.

Figura 4 - Procedimento para medir da vazão pelo método volumétrico nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Este processo consistiu em três medições diretas do volume de água contido em um recipiente de 1 litro, armazenado em X segundos contabilizados com auxílio de um cronômetro digital conforme (Figura 8).

A vazão das nascentes foi obtida pela equação:

$$\bar{Q} = \frac{\sum \left(\frac{V}{t} \right)}{3}$$

em que,

$\bar{Q}$ = vazão média (l/s)

t = tempo, em segundos

V = volume de água, em litros

4.6 Coleta de amostra de água e análise de água

Foram efetuadas coletas de água nas nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados, no mês de janeiro de 2015, totalizando um total de 109 biossistemas analisados.

A coleta de amostra de água foi feita seguindo o procedimento preconizado pelo do Guia nacional de coleta e preservação de amostras (CETESB, 2011), foi coletado 2 (duas) amostras de água em embalagem plástica com volume de 500 ml, previamente lavadas com água destilada e uma amostra de 100 ml em embalagem apropriada do Kit Colilert, imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionada em bolsa térmica para posteriormente serem armazenadas em geladeira e posterior análise em laboratório.

Cabe ressaltar o procedimento realizado anteriormente às coletas, onde o coletor fez a desinfecção das mãos com álcool em gel anti-séptico e na seqüência fazendo uso de luva de procedimento de látex (Descartável), para posterior manuseio dos frascos e só assim iniciar o procedimento de coleta da amostra. As

análises das amostras foram feitas nos laboratórios do Departamento de Engenharia Agrícola e no Laboratório do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) ambos situados na Esalq/USP.

Figura 5 - Coleta de água na nascente do na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Os equipamentos utilizados para coletas de dados em campo foram: GPS (Garmim), Oxímetro de campo (Digimed), pHgâmetro de campo (Digimed), termômetro, cronômetro digital, turbidímetro, Condutivímetro.

Figura 6 - Coleta de água na nascente do na sub - bacia de Posses em Extrema – MG.

As coletas de água foram feitas no cota mais alta de cada curso de água realizando as análises in loco e na lâmina superficial da água. Cada ponto amostrado levou aproximadamente 50 minutos para ser concluído, devido à necessidade de estabilização dos aparelhos para proceder as leituras e para medir a vazão. (Figura 7).

4.6.1 Temperatura

Para a obtenção das medidas de temperatura foi utilizado equipamento eletrônico Digimed, as medidas foram realizadas no próprio local de coleta conforme (Figura 7).

Figura 7 - Coleta de água na nascente na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

4.6.2 Ph

O pH é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio numa solução. Valores entre 7 a 0 indicam aumento de hidrogênio livre, enquanto valores entre 7 a 14 indicam aumento de bases. A temperatura é um fator que influencia, assim como o substrato rochoso por onde a água percorre, além de possíveis lançamentos de efluentes.

4.6.3 Oxigênio Dissolvido (OD)/ % Oxigênio em gás (% GÁS) / % Saturação de oxigênio (SAT %)

A determinação dos parâmetros de oxigênio foi realizada com oximêtro digital (Marca Digimed) em água superficial. O oxigênio dissolvido (OD) foi medido em miligramas por litro (mg/L) sendo um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos e industriais.

4.6.4 Análise dos parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados basearam-se na maioria dos parâmetros utilizados no cálculo do índice de qualidade de água do Estado de São Paulo, sendo eles: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, coliformes termo tolerantes, fósforo total, e turbidez sendo que os métodos referencia e variável estão descritas na (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis, métodos e referências dos parâmetros de qualidade de água.

Variável	Método	Referência
Temperatura (°C)	Potenciométrico	Equipamento Eletrônico
pH	Potenciométrico	Equipamento Eletrônico
Oxigênio dissolvido (mg. L ⁻¹)	Potenciométrico	Equipamento Eletrônico
Turbidez	Potenciométrico	Equipamento Eletrônico
Condutividade elétrica	Potenciométrico	Equipamento Eletrônico
Coliformes termotolerantes	Colilert	APHA (2005)
Nitrogênio total (mg. L ⁻¹)	Digestão – 4500NC e 4500Norg	APHA (2005)
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	Espectrofotométrico	APHA (2005)

4.6.5 Análises microbiológicas determinação do número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* e número mais provável coliforme

O método Colilert consiste na quantificação do NMP (número mais provável) presentes em uma dada amostra, através da mistura entre a amostra e o reagente Colilert patenteado, com posterior transferência da solução para uma cartela estéril (100ml), a qual é selada e mantida incubada a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24h, conforme (Figura 9). Os resultados são obtidos pela relação de valores positivos entre os quadrados maiores e menores da cartela, com aqueles verificados na tabela padrão para o teste Colilert.

A determinação do NMP de *Escherichia coli* foi realizada segundo a técnica do substrato cromogênico-fluorogênico-hidrolizável. Cem mililitros da amostra foram misturados ao meio de cultura (Colilert - IDEXX Quanti-Tray™), agitou-se e foi acondicionado em bolsa térmica com gelo. Posteriormente a mistura foi transferida para a cartela (IDEXX Quanti-Tray™) e selada em seladora específica modelo 1925.00 1E-E (IDEXX Quanti-Tray™).

Figura 8 - Aparelhos utilizados para determinar o número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* e número mais provável Coliforme das amostras de água dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Em seguida, as cartelas foram incubadas a 35°C por 24 horas. (Figura 10). Após a incubação foi realizada a leitura onde: incolor significa ausência de coliformes e amarelo (olho nu) e azul azul fluorescente em luz Uv significa de presença de coliformes totais e *E. Coli* sendo que o NMP de *Escherichia coli* foi determinado pela contagem dos compartimentos das cartelas que apresentaram

fluorescência após exposição da cartela aos raios ultravioleta (365 nm). O valor do NMP foi comparado à da Tabela de NMP específica (APHA, 1998).

Figura 9 - Estufa e cartela Colilert utilizada para determinação o número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* e número mais provável Coliforme das amostras de água dos Biossistemas das nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

4.7 Análise físico químico

Para realizar as análises nas amostras de água coletadas nas nascentes do Ribeirão de Posses em Extrema- MG. Foi necessário proceder:

- Limpeza de materiais (frascos, vidrarias, vials etc.);

- Filtração das amostras; -
- Análises das amostras nos equipamentos Dionex (cromatografia líquida de íons e TOC-V (Carbono Orgânico e Inorgânico)).

4.7.1 Limpeza de materiais e frascos para armazenamento das amostras

Para a limpeza dos frascos plásticos de polietileno de alta densidade (PE-HD), adotou-se o procedimento padrão de limpeza com detergente de alta pureza (Extran 10%, da marca Merck) indicado para limpeza de vidrarias e frascos do laboratório, após rinsar com a solução de detergente Extran 10% os frascos são enxaguados com água deionizada (3 vezes), seguido de descontaminação com HCl 10 % por no mínimo 1 hora, em seguida repete o enxágüe com água deionizada (3 vezes).

4.7.2 Frascos para análise de Carbono orgânico e inorgânico

O procedimento utilizado para descontaminação da materia orgânica dos vials (similar aos frascos de acentilação) consiste em calcinar os frascos em forno mufla à 500°C por 6 horas. Os vials utilizados na cromatografia líquida são de polietileno, da marca NSC scientific , de 1,5mL. A lavagem é feita utilizando banho ultrasonico da marca Kondortech, modelo Digital Ultrasonic Cleaner 2,5 L, com os vials mergulhados num Becker contendo detergente Extran 10%, da marca Merck, fazendo 1 ciclo de total de 24 minutos no ultrassom. Depois de retirado o detergente foram feitos mais 3 ciclos com água deionizada, no ultrassom e a cada início de um novo ciclo a água era trocada.

4.7.3 Filtração das amostras de Carbono Orgânico Dissolvido (COD)

Foi utilizado o filtro GF/F (0,65 μ m de diâmetro de poro), previamente calcinado em forno mufla a 500°C por 6 horas específicas para a análise do COD. A

filtração é feita através de bomba vácuo, com a utilização de Kitassato, funil de Buchner. O armazenamento das amostras filtradas para carbono orgânico dissolvido foram feitos os vials de vidro previamente calcinados a 500°C por 6 horas, em seguida acondicionados em geladeira, à 4°C. Este é o procedimento mais indicado para atender a demanda do laboratório.

4.7.4 Filtração das amostras de Cromatografia Líquida.

O filtro utilizado nesta filtração foi o de acetato de celulose (0,45µm de porosidade) e o procedimento é o mesmo utilizado para Carbono Orgânico, descrito acima. O armazenamento das amostras filtradas para cromatografia líquida foram feitos nos frascos plásticos (PE-HD) previamente descontaminados com detergente Extran 10% e HCl 10% (ver descrição no item 1.1), em seguida acondicionados em geladeira, à 4°C. Este é o procedimento também é o mais indicado para atender a demanda do laboratório.

4.7.5 Metodologia e equipamentos utilizados nas análises Carbono Orgânico Dissolvido (COD)

No equipamento analisador de carbono orgânico total SHIMADZU TOC-V csh, o carbono é quantificado na forma de CO₂ em um analisador de gases não dispersivo, empregando um detector infra-vermelho.

O equipamento possui duas vias de análise da amostra, uma para fração orgânica e outra para fração inorgânica. Na primeira via (COD) a amostra é injetada em um forno aquecido a 680°C, de onde o gás produzido na queima é arrastado por um fluxo de ar sintético (150 mL L⁻¹) até o detector, passando por uma coluna de resfriamento, um desumidificador eletrônico, um removedor de halogenados e uma membrana de filtro. Na segunda via (CID), a amostra é injetada diretamente no reservatório com ácido, onde os carbonatos passam à forma de CO₂, que é arrastado para detector da mesma maneira descrito acima.

Devido à alta concentração de carbono nas amostras, foram definidas curvas analíticas específicas, através do: Preparo do padrão primário: 0,2125 g de Biphtalato de potássio ($\text{HOOC}\text{C}_6\text{H}_4\text{COOK}$) pesados e diluídos em 1000 mL de água ultra pura, obtendo-se a concentração de 100 mg L⁻¹ de CO₂.

4.7.6 Cromatografia Líquida de Íons

Após as filtrações, as amostras foram encaminhadas para análise de cromatografia líquida, e serão transferidas para frascos do tipo *vials* de polietileno 1,5mL previamente lavados como foi descrito acima (item 1.3), após esse preparo as amostras são montadas em uma seqüências alfanumérica dentro no *rack* do amostrador automático AS 50.

A amostra é injetada e carregada através do eluente (fase móvel) com fluxo isocrático até as colunas (fase estacionária), as colunas utilizadas são:

Para os ânions (F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻) utilizamos colunas de guarda AG23 e coluna analítica AS23, e para os cátions (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺), a coluna de guarda é CG 12A e coluna analítica CS 12 A.

O eluente como é chamado à fase móvel no cromatógrafo, é o responsável por transportar a amostra através da coluna separadora até o detector e realizar a interação dos elementos presentes na amostra. Ele é específico ao tipo de coluna que foi utilizada variando de acordo com o modelo e as especificações das análises. Os eluentes são:

Eluente cátions: Preparamos uma solução estoque H₂SO₄ 1,1N diluindo 30,5 mL de H₂SO₄ concentrado em 1L de água ultra pura, a partir desta solução diluímos 40 mL em um balão volumétrico de 2L de água ultra-pura, resultando numa concentração final de 22 mN de H₂SO₄.

Eluente ânions: Preparou-se uma solução estoque de 80mM de Bicarbonato de Sódio (feita com 47,7g de Bicarbonato de Sódio em 1L) e 45mM de Carbonato de Sódio (feita com 6,72g Carbonato de Sódio em 1L), a partir desta solução foram

utilizados 20ml diluídos em 2L de água ultra pura, onde a concentração final foi de 0,8mM de Bicarbonato de Sódio e 4,5mM de Carbonato de Sódio.

Preparado o eluente na concentração recomendada os compostos são separados nas colunas, passando pela supressora, e em seguida deslocados para uma cela de detecção de condutividade elétrica acoplada a um detector eletroquímico. As concentrações foram calculadas a partir da curva analítica, a qual foi analisada nas mesmas condições das amostras.

Para a análise de Ânions utilizamos a supressora AMMS 300, que usa o método químico, e para Cátions utilizamos CERS 500, que usa o método eletroquímico. Segue abaixo a figura do sistema de cátions utilizados nas análises do laboratório. O método de calibração ocorre através da definição das curvas de calibração. Esta curva é obtida através dos padrões injetados no equipamento, portanto através deles são obtidas as medidas quantitativas das amostras podendo ser a área do pico, a altura ou a concentração do componente presente na amostra ou padrão injetado.

A partir de uma solução estoque de 1000 ppm (mg.L⁻¹) para cada elemento Fluoreto-F⁻; Cloreto-Cl⁻, Nitrato-NO₃⁻, Fosfato-PO₄⁻³, Sulfato-SO₄⁻², foi criada uma solução primaria concentrada a qual identificamos como padrão C ou PadC (padrão concentrado), utilizando um pipetador da marca Nichipet Exoplus II Micropipette de 10mL, pipetamos e diluímos os padrões em balões de 100mL com água ultra-pura, resumidamente descrito abaixo:

PadC: 1mL F⁻ → 1 ppm de F⁻

10 mL Cl⁻ → 10ppm de Cl⁻

5 mL NO₃⁻ → 5ppm de NO₃⁻

2 mL PO₄⁻³ → 2ppm de PO₄⁻³

10 mL SO₄⁻² → 10ppm de SO₄⁻²

Após preparada essa solução primaria concentrada PadC, preparamos os padrões secundários , identificados como Pad0, Pad1, Pad2, Pad3 e Pad4 com as seguintes diluições demonstradas a seguir:

Pad 0 → Foi pipetado 1mL do PadC diluído num balão de 100mL com água ultra-pura.

Pad1 → Foi pipetado 2 mL do Padrão C diluído num balão de 100mL com água ultra-pura

Pad2 → Foi pipetado 5mL do PadC diluído num balão de 100mL com água ultra-pura.

Pad3→ Foi pipetado 10mL do PadC diluído num balão de 100mL com água ultra-pura.

Pad4→Foi pipetado 20mL do PadCdiluído num balão de 100mL com água ultra-pura.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 109 nascentes na Sub Bacia do Ribeirão de Posses em Extrema –MG. onde percebeu-se alto índice de nascentes intermitentes (secas) sendo 26,6% num total de 109 Biossistema analisados podendo este índice ser em decorrência do longo período de estiagem 2014 -2015 que antecedeu as coletas.

Figura 10 - Enquadramento do tipo de nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Assim analisando a (Figura 11) observamos que 64,02% das nascentes foram consideradas perenes e 26,6% das nascentes foram consideradas intermitentes por estarem secas nos períodos da coleta dos dados, já as nascentes efêmeras foram caracterizadas desta forma por apresentar charco na nascente embora não tenha água brotando no solo, demonstrando que podem aumentar a vazão se o período das águas retornar e obtiveram a percentagem de 4,54% as nascentes Difusas por apresentar fluxo pequeno de água em seu vertedouro embora não foi possível detectar a origem da água em decorrência de estarem localizadas num charco ou banhado demonstrando que a água que corre em seu vertedouro é oriunda de uma

grande área encharcada como se tivesse várias nascentes pequenas no local e fazem parte de ocupam 4,5% das nascentes estudadas.

Avaliar níveis de sustentabilidade de recursos hídricos é fazer um juízo de valor sobre o estado dos atributos do meio (como água, solo e ar) com relação à sua influência ou à sua capacidade de atender às condições necessárias para a vida num determinado espaço e tempo (BONFIM ET AL., 2015).

A análise do Biossistema da Nascente foi realizado com a aplicação do protocolo de campo composto por 11 questões que abrangem os parâmetros ambiental, social, antrópico e hidrológico sendo que o estudo do Biossistema da Nascente foi realizado pelo enquadramento em quatro categorias predefinidas pelo Protocolo de Campo conforme o somatório da pontuação dos aspectos analisados assim definidas: Preservada; Conservada; Perturbada; Degradada.

Os dados obtidos pelo protocolo de campo mostraram que dos 109 Biossistemas das Nascentes analisados apenas 4 se enquadraram na condição de Conservadas por apresentarem ausência de captação de água, estarem totalmente fechados e apresentarem fisionomia arbórea predominante, com área do Biossistema superior a 3 ha e estarem conectados a montante com outros fragmentos florestais, na categoria Preservada 41 dos Biossistemas das Nascentes analisados se enquadraram, devido a presença de bebedouro para dessedentação animal em seu interior, ausência de conexão com fragmento florestal a montante e ausência de ações antrópicas fazendo com que o índice de avaliação dos Biossistemas viessem a se enquadrar em Preservado, contudo 64 dos Biossistemas das Nascentes analisados se enquadraram em Perturbados por apresentarem bebedouro para dessedentação animal em seu interior, ausência de conexão com fragmento florestal a montante e ausência de ações antrópicas, área menor que 1 ha do fragmento florestal e fisionomia herbácea e arbustiva variando de 0,3 a 3 metros de altura, e nenhum dos Biossistemas analisados se enquadraram na categoria Degradado, para este item saliento que os indicadores antrópicos como ausência de fogo e lixo foram fundamentais para elevar o índice dos Biossistemas analisados conforme (Figura 12).

Figura 11 - Enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG conforme o Protocolo de Campo.

Analisando a (Figura 13) podemos identificar o posicionamento geográfico dos Biossistemas das Nascentes estudados bem como sua proximidade com os fragmentos florestais e a exploração do entorno.

A recuperação de um ecossistema natural se dá tão logo cesse a ação danosa ao ecossistema e sua recuperação varia conforme a intensidade, a frequência e a escala da ação antrópica que podem ser causados por: incêndios, ventanias, enchentes, extremos de temperatura, surtos epidêmicos, queda de árvores, deslizamento de solos e erosão (GLIESSMAN 2001).

Figura 12 - Localização e enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Percebemos pela análise da (Figura 14) que a 70,64% dos Biossistemas analisados apresentaram área menor que 1 ha do Biossistema da nascente este índice pode estar relacionado com o tamanho das propriedades rurais e a necessidade de utilizar sua propriedade rural com exploração agropecuária que propicie a subsistência da família e a ausência de conexão com outros fragmentos florestais dificultando o fluxo gênico e a restauração natural dos fragmentos florestais.

Figura 13 - Tamanho da área dos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

A análise da (Figura 15) nos mostra que 43,12 % dos Biosistemas das Nascentes analisados apresentaram fisionomia herbácea predominante variando de 0,3 metros até 1 metro de altura, este índice mostra a necessidade de adesão dos agricultores ao Programa municipal de pagamento por serviços ambientais, e pela ausência de conectividade com outros fragmentos bem como ausência de cerca no entorno Biosistema das Nascentes, de forma a impedir a circulação de animais em seu interior e propiciar a regeneração natural do fragmento florestal como defende . (MARANGON et al., 2008) enfatizando que as florestas estacionais semidecíduas do Estado de Minas Gerais hoje são matas secundárias oriundas de regeneração natural.

A mesma figura nos mostra que apenas 13,76% dos Biosistemas das Nascentes estudados apresentam-se com fisionomia arbórea com altura superior a 5 metros de altura.

A supressão significativa das áreas com vegetação natural causa preocupação não só pelo aumento do processo erosivo e consequente redução da

fertilidade dos solos e assoreamento do sistema hídrico superficial, mas também porque certamente representa a extinção de muitas espécies vegetais e animais, das quais várias nem chegaram a ser conhecidas pela ciência, quanto mais suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem (Viani, 2005).

Considerando que este índice foi obtido pela aplicação do Protocolo de campo mostra ao gestor de bacias hidrográficas a viabilidade do Protocolo de Campo em demonstrar uma proposta de atuação e ou elaboração de Plano de Ação de forma a mitigar os impactos que a bacia hidrográfica estudada enfrenta e assim melhorando o enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudado.

Figura 14 - Fisionomia e altura predominante da vegetação predominante dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 16) percebemos que a presença das gramíneas atinge o índice de 67,89% dos Biossistemas das Nascentes estudados, sendo que este índice corrobora os dados estudados anteriormente relacionado ao tamanho e fisionomia dos Biossistemas das Nascentes, seguido pela presença de arbustos regenerantes com índice de 18,35%, com arbusto regenerante o índice é de 18,35% dos Biossistemas Estudados, Segundo (LIMA et al., 2016) A percentagem de cobertura dos regenerantes pode ser considerada como potencial indicador do

processo de restauração ecológica, mesmo na fase de implantação de projetos de restauração ecológica.

Figura 15 - Presença de espécies exóticas nos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Quando analisamos os dados apresentados na (Figura 17) percebemos que 86,24% dos Biosistemas analisados apresentaram ausência de conexão a montante com outro fragmento, sendo este seguido por um índice de 7,34% dos Biosistemas das Nascentes conectado a fragmento florestal e com índice de 6,42% conectado a eucalipto e ou Pinus e 0% conectado com fruticultura comercial cabe ressaltar que esta análise configura a análise feita pelo estudo da (Figura 13) denominada “Localização e enquadramento dos Biosistemas estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.” onde percebemos visualmente a ausência de fragmentos florestais próximos aos Biosistemas das Nascentes estudados.

Figura 16 - Conexão a montante dos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 18) notamos que dos 109 Biosistemas das Nascentes estudados 42 apresentaram presença de cerca em até 25% do seu perímetro e 32 Biosistemas das Nascentes apresentaram totalmente cercada, 20 Biosistemas das Nascentes apresentaram presença de cerca em mais de 50% do perímetro do Biosistema da nascente.

O pisoteio animal ocasiona redução da porosidade total e aumento da densidade do solos, sendo que o aumento da densidade do solo ocorre nos primeiros cinco centímetros (VZZOTTO et al., 2000).

Figura 17 - Presença de cerca no perímetro dos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 19) percebemos que em 51,38% dos Biosistemas das Nascentes analisados ocorre a presença de bebedouro para dessedentação animal em seu interior, em 27,52% dos Biosistemas das Nascentes estudados existe captação de água para uso domiciliar este fato pode ser devido a algumas propriedades serem servidas por mais de uma nascente e em alguns casos percebemos que uma mesma nascente atende vários domicílios e em 21,10% dos Biosistemas das Nascentes analisados não existe nenhuma forma de captação de água.

Figura 18 - Captação de água nos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Embora ecossistemas naturais transmitam a impressão de serem estáveis e imutáveis, eles estão em constantes alteração e inicia imediatamente sua recuperação após a finalização de uma perturbação. (GLIESSMAN 2001).

Figura 19 - Pastejo de animais nos Biosistemas estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Em análise a (Figura 21) percebemos que 92,66% dos Biosistemas das Nascentes analisadas apresentam ausência de lixo e ou esgoto em seu interior, seguido pelo somatório dos índices relacionados presença de espuma, lixo e ou entulho de 7,33%, este índice de ausência de lixo nos Biosistemas estudados reflete o comportamento dos moradores da região e da baixa densidade demográfica do Bairro de Posses e pela localização geográfica dos Biosistemas das Nascentes que em sua maioria se apresentam nas encostas dos morros com dificuldade de acesso.

Figura 20 - Presença de Lixo e ou despejo de esgoto nos Biosistemas estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

A (Figura 22) apresenta o índice de 97,25% dos Biosistemas das Nascentes analisados com ausência de fogo ou fluxo de pessoas em seu interior da mesma forma como analisado anteriormente este aspecto pode estar relacionado ao comportamento dos moradores da região e da baixa densidade demográfica do Bairro de Posses e pela localização geográfica dos Biosistemas que em sua maioria se apresentam nas encostas dos morros com dificuldade de acesso.

Figura 21 - Evidncia de Fogo e ou fluxo de pessoas nos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Percebemos pela anlise da (Figura 23) que 92,66% dos Biosistemas analisados apresentam a exploraço da pastagem em seu entorno seguido por 7,34% com Eucalipto e nenhum Biosistema com exploraço de Fruticultura ou Saf, este ndice reflete a predominncia da exploraço leiteira na regio.

Figura 22 - Exploração agrícola no entorno dos Biosistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 24) percebemos que 97,25% dos Biosistemas das Nascentes estudados apresentam ausência de conservação de solo, onde predomina a atividade de exploração leiteira entendemos que algumas ações poderiam ser implementadas como: Plantas de cobertura; Formação e manejo de pastagem; Consórcio de pastagem; Cultura em faixa; Faixa de bordadura; Quebra vento e Bosque sombreador; Cordão vegetativo permanente; Manejo do mato e alternância de capinas e roçadas; Cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra; Calagem; Preparo do solo e plantio em nível; Distribuição adequada dos caminhos; Pastejo rotacionado, Sulcos e camalhões em pastagens; Enleiramento em contorno; Terraceamento.

Figura 23 - Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno dos Biosistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Segundo (FIORUCCI e FILHO, 2005) A concentração de oxigênio dissolvido (OD) em um corpo d'água¹ qualquer é controlada por vários fatores, sendo um deles a solubilidade do oxigênio em água.

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L (PINTO et al., 2010). O oxigênio dissolvido é um gás solúvel em água, as concentrações de O.D. recomendáveis pela Resolução 357 de 17/03/05 preconiza para corpos hídricos com enquadramento na classe 1, concentração de oxigênio dissolvido na ordem de de 6,0 a 10,0 mg/l (CONAMA, 2005).

Sendo assim analisando a (Figura 25) notamos que 38,4% das águas analisadas dos Biosistemas das Nascentes apresentaram índice superior a 6 mg/L, possibilitando com isso o enquadramento Classe 1 considerando a pela Resolução 357 de 17/03/05 (CONAMA, 2005).

Figura 24 - Análise da Concentração de Oxigênio dissolvido em porcentagem nas águas das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 26) percebemos que a maioria dos Biossistemas da Nascente analisadas se enquadraram na categoria Perturbada conforme o Protocolo de campo pois obteve valoração máxima em apenas dois indicadores e demonstrou sua fragilidade em nove indicadores analisados.

Figura 25 - Interpretação da Condutividade elétrica das amostras de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

Analisando a (Figura 27) percebemos que este Biossistema da Nascente se enquadrou na categoria Perturbada conforme o Protocolo de campo pois obteve valoração máxima em apenas dois indicadores e demonstrou sua fragilidade em nove indicadores analisados.

Figura 26 - Análise dos indicadores do Biossistema da nascente 9 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Perturbada conforme Protocolo de Campo.

Analisando a (Figura 28) percebemos que este Biossistema da nascente se enquadrou na categoria Preservada conforme o Protocolo de campo pois obteve valoração máxima em quatro dos indicadores analisados e apresentou sua fragilidade em sete indicadores analisados.

Figura 27 - Análise dos indicadores do Biosistema da nascente 109 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Preservada conforme Protocolo de Campo.

Analisando a (Figura 29) percebemos que este Biosistema da nascente se enquadrou na categoria Conservada conforme o Protocolo de campo pois obteve valoração máxima em sete dos indicadores analisados e apresentou sua fragilidade em quatro dos indicadores analisados.

Figura 28 - Análise dos indicadores do Biossistema da nascente 82 da Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. com enquadramento Conservada conforme Protocolo de Campo.

6. CONCLUSÕES

Na área de estudo, a exploração da pecuária leiteira é amplamente praticada pelas famílias e é responsável pela manutenção financeira das famílias destas.

A avaliação da sustentabilidade dos Biossistemas das Nascentes é um processo complexo e multidimensional, visto a complexidade e as diversas funções que se inter relacionam com a dinâmica do Biossistema da Nascente.

Considerando os dados obtidos por este trabalho, por intermédio dos indicadores analisados pelo Protocolo de Campo, que permitiu avaliar os Biossistemas das Nascentes da sub bacia de Posses em Extrema Minas Gerais, foi possível realizar uma análise qualitativa e quantitativa dos biossistemas estudados, bem como indicar ao gestor de políticas públicas informações relacionadas ao manejo de bacias hidrográficas. Demonstrou-se a viabilidade do Protocolo de Campo como uma ferramenta viável, que venha a auxiliar o gestor de bacia hidrográfica na elaboração de um plano de ação.

Sendo assim, o Protocolo de Campo demonstrou ser uma ferramenta viável para gestão de programas de Conservação de Água e Conservação de Nascentes, pois os dados obtidos pelo Protocolo de Campo apresentaram de forma objetiva, barata e simples a caracterização do Biossistemas das Nascentes estudadas, favorecendo a tomada de decisão pelos gestores em futuros projetos de conservação.

Os dados obtidos permitem concluir que a sub – bacia de Posses em Extrema MG, apresenta forte relação com a conservação dos seus recursos ambientais, fomentando a manutenção do corpo hídrico.

Desta forma, verificou-se que os indicadores contidos no Protocolo de campo foram utilizados com sucesso para promover o enquadramento dos Biossistemas das Nascentes estudadas e se apresentou eficaz, pois revelou resposta consistente e possibilitou diversas análises que podem ser feitas em conjunto entre os biossistemas ou de forma individual.

Permite análise em gráficos dos dados obtidos pelo Protocolo de Campo favorecendo uma análise mais detalhada de cada Biossistema da Nascente, permitindo assim, uma interpretação aprofundada de cada indicador e com isso o

diagnóstico completo da Sub Bacia de Posses em Extrema - MG. Esta constatação pode ser atribuído às correlações dos dados obtidos entre: Fisionomia e altura predominante do Biossistema da Nascente; Presença de espécie exótica; Exploração agrícola do entorno.

O enquadramento dos Biossistemas das Nascentes em categorias, proposta pela interpretação do Protocolo de Campo, facilita a interpretação pelo gestor da real situação da sub-bacia hidrográfica estudada, facilitando a tomada de decisão e a definição de políticas públicas assertivas, promovendo assim otimização do recurso humano, material e financeiro.

Os indicadores qualitativos se mostraram condizentes e eficazes, pois promoveram a obtenção e interpretação de dados quantitativos, permitindo o monitoramento ambiental da Sub Bacia de Posses em Extrema MG.

Os dados obtidos pelo sistema de indicadores utilizado neste estudo permitiram o enquadramento dos biossistemas estudados em categorias, favorecendo o desenvolvimento de um planejamento integrado dos recursos hídricos e permitindo o embasamento de decisões para desenvolver e implantar projetos de conservação, com a possibilidade de acompanhamento e monitoramento do seu desempenho ao longo dos anos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que este trabalho não teve o propósito de elucidar todos os questionamentos referentes ao tema estudado, entende-se que novas linhas de atuação poderão ser desenvolvidas buscando a validação do Protocolo de Campo com modelos estatísticos;

Acredita-se que o desenvolvimento de um modelo matemático para definir o peso dos indicadores que compõem o Protocolo de Campo seja interessante contribuição para a Ciência;

Sugere-se a criação de um banco de dados com o enquadramento obtido pelo Protocolo de Campo, com a finalidade de poder comparar com análises futuras, favorecendo o monitoramento dos corpos hídricos pelo monitoramento dos Biossistemas das Nascentes

O Protocolo de Campo proposto por este trabalho é uma inovação metodológica que visa sistematizar as informações e facilitar a obtenção de dados referentes ao estágio de conservação do Biossistema da Nascente, por meio de seu enquadramento em categorias pré definidas. Sendo assim, torna-se necessário validar o procedimento aqui exposto com a reaplicação do método por outras pesquisas científicas, para que dessa forma o procedimento possa ser adotado como ferramenta de gestão por órgãos e gestores de microbacias hidrográficas

Há necessidade de ressaltar que os dados obtidos referentes a vazão das nascentes, apresentaram uma grande amplitude entre seus valores; contudo entende-se que sua contribuição para a pesquisa científica esta relacionada, não às comparações entre os índices de vazão das nascentes estudadas, e sim, ao momento de coleta, pois, todas as vazões foram medidas em condições climáticas idênticas e em curto período de tempo, sem sofrer variações ou interferências pluviométricas. Esta análise foi feita no contexto regional da estiagem dos anos de 2014 – 2015.

Dentre as dificuldades enfrentadas para desenvolver este trabalho, ressalta-se a realização de diversas análises de água e a dificuldade de encontrar trabalhos acadêmicos de referência para os índices obtidos nas análises, dificultando sua interpretação pela ausência de valores de referência pré definidos.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015.

ALCÂNTARA, A. F. *et al.* Adubação verde na recuperação de fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35 n.2. p. 277 – 288, fev. 2000.

ALCÂNTARA, A. F. *et al.* Adubação verde na recuperação de fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35 n.2. p. 277 – 288 fev. 2000.

ALMEIDA, J. Agroecologia: paradigma para tempos futuros ou resistência para o tempo presente? **Rev. Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, n.6 p.29 – 40. 2002.

APHA (American Public Health Association). Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater 21 st. Ed. Washington, 2005.

AZEVEDO, Thiago Salomão de. Análise espaço temporal da dimensão fractal de matas ciliares na alta bacia do rio Passa Cinco - centro Leste do Estado de São Paulo. 2003. xvii, 161 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86525>>.

Buchala Bicca Rodrigues, Dulce, Alves Sobrinho, Teodorico, Sanches de Oliveira, Paulo Tarso, Panachuki, Elói, Nova abordagem sobre o modelo Brasileiro de serviços ambientais. Revista Brasileira de Ciência do Solo [en linea] 2011, 35 (Junio-Sin mes) : [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2017] Disponible en: <<http://www.uacm.kirj.redalyc.org/articulo.oa?id=180219357037>> ISSN 0100-0683

Código das Águas baixado em 4 de 11 de 2015 em:

<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-normaatualizada-pe.pdf>.

Daniel, O. Definição de indicadores de sustentabilidade para SAF. 123f. Viçosa, Dissertação doutorado Universidade federal de Viçosa 2000.

Decreto 530, de 20/05/1992, Cria a Floresta Nacional de Ipanema Capturado em 08 fev.2012 Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/113517/decreto-530-92> Acesso em: 9 março 2012.

DEPONTI, C. M. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas, **Rev. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez, 2002.

DONADIO, N. M.M; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, p. 115-125, 2005.

EXTREMA (cidade). Curso de Pagamentos por Serviços Ambientais – Projeto Conservador das Águas. Extrema: Secretaria do Meio Ambiente de Extrema, 2010. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/psa/>>. Acesso em: 22 set. 2010.

FOLEGATTI, M.V.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; ZOLIN, C.A. & GONZÁLEZ, A.M.G.O. Transposição de água e disponibilidade hídrica das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá (BH-PCJ). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA - CLIA, 9.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 34., Vitória, 2010. Anais... Vitória, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. p.1-10.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia processos ecológicos em agricultura sustentável**, Porto Alegre, Universidade UFRGS, 2000.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável, Porto Alegre, Universidade UFRGS, 2001.

HILÁRIO, Marcelo Castilho. Água: uma prerrogativa humana fundamental e a necessidade de sua posituação no ordenamento jurídico brasileiro. 2016. 67 f.

Trabalho de Curso (Bacharelado em Direito) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

IBGE. Cidades Online. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351030> acesso em 24 de janeiro de 2016.

Lei nº 4.771/65 baixado em 14 de 11 de 2015 em: http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/leis/1965_Lei_Fed_4771.pdf.

Lei nº 9.433/97 baixado em 16 de 11 de 2015 em: http://hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CADayse/MaterialDaDisciplina/Aula18_PNRH.pdf.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.

mapa da bacia do pcj
http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaPCJ/_img/MapaPCJ.jpg

MAPA DA REGIÃO HIDROGRAFICA DO RIO PARANA

<https://asnovidades.com.br/mapa-dos-rios-da-bacia-hidrografica-do-parana>

MAPA IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA,

1992

Disponível

em:

ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf

Acesso em: 9 março 2012.

MARINA LIMA QUEIROZ NASCENTES, VEREDAS E ÁREAS ÚMIDAS
Revisão Conceitual e Metodologia de Caracterização e Determinação em
Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal
2015.

MARZALL, K.; ALMEIDA J. Indicadores de Sustentabilidade para
Agroecossistemas Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova
ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. Cadernos de Ciência &
Tecnologia, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas
rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e
Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

METZGER, J. P., CASATTI, L., VERDADE, L. Indicadores de
conservação e avaliação do conhecimento para conservação. In: I
Workshop de Síntese do Programa BIOTA/FAPESP na Universidade de
São Carlos, SP, 2002. Relatório do grupo de trabalho. Disponível em:
<<http://www.biota.org.br>. Acesso em: 04 maio. 2012.

METZGER, J. P., CASATTI, L., VERDADE, L. **Indicadores de
conservação e avaliação do conhecimento para conservação**. In: I

Workshop de Síntese do Programa BIOTA/FAPESP na Universidade de São Carlos, SP, 2002. Relatório do grupo de trabalho. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/info/historico/simp2002/gt2.pdf>>. Acesso em: 04 maio. 2012. MMA, 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington, D.C.: Island Press, 2005.

MOREIRA, M. R.; CARMO, S. M. A agroecologia na Construção do desenvolvimento.

MULLER, A. BATAGHIN, F.A. SANTOS, S.C EFEITO DE BORDA SOBRE A COMUNIDADE ARBÓREA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. PERSPECTIVA, Erechim. v.34, n.125, p. 29-39, março/2010.

NUNES, J.V.C. Indicadores Botânicos de SAF, **PROTER EM REVISTA**, Registro, v.2, março, 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora. Guanabara, 1988. 434p.

Pagamento por Serviços Ambientais: Experiências Brasileiras relacionadas à Água. Carolina (Universidade de São Paulo) Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo. carolina1601@yahoo.com Wilson Cabral de Sousa Junior Instituto Tecnológico de Aeronáutica Professor wilson@ita.br

PEREIRA, G. H. S. **Caracterização e análise de sustentabilidade de sistemas agroflorestais no município de Botucatu. São Paulo** 2010. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba 2010.

PEREIRA, H.S, CORTEZ A.B, TRINDADE,T, MAZOCHI M. N, **Conservador das Águas 5 anos**, Edição 2010. Extrema, Departamento de Meio Ambiente Prefeitura de Extrema, 2010.

Portaria 518/2004 baixado em 12 de 11 de 2015 em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf.

PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável**, São Paulo, Nobel, 142p. 1992.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**, São Paulo, Nobel, 549p. 1979.

Resolução Conama 303 de 2002. baixado em 12 de 11 de 2015:
http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_303.pdf.

Resolução Conama 357/2005 baixado em: 03 de 11 de 2015 em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

RODRIGUES DA SILVA, Elmo. Curso da água na historia: simbologia, moralidades e a gestão de recursos hídricos. 1998. Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública.

Rodrigues, Evandro Luís, Timbó Elmiro, Marcos Antônio, Jacobi, Claudia Maria, Lopes Lamounier, Wanderson, APLICAÇÃO DO MODELO SWAT NA AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ÁREAS DE FLORESTAS PLANTADAS NA BACIA DO RIO PARÁ, ALTO SÃO FRANCISCO, EM MINAS GERAIS. Sociedade & Natureza [en linea] 2015, 27 (Septiembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321343253010> ISSN 0103-1570

ROSOLEM, A. C. *et al.* Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. Revista Brasileira de Ciência de Solo, Viçosa, v.27. p. 355-362, 2003.

SEADE. Perfil dos municípios do estado de São Paulo. Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php> Acesso em 26 jan.2012.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO texto extraído da internet em 25 de agosto de 2014
<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-de-uso-e-ocupacao-da-terra-ugrhi-5-pcj/>.

Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica [recurso eletrônico] / Lucilia Maria Parron ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015.

SILVA, M.A.; LIMA, G.C.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F.; OLIVEIRA, A.H.; SANTOS, W.J.R.; PEREIRA, P.H.; SANTOS, D.G. & VEIGA, F.

Levantamento de solos e diagnóstico da degradação do solo e da água em função do uso. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2008.

Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>.

Acesso em: 10 maio 2015.

SOUZA, L. A. **MENSURAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA** 119f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) – Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2007.

SOUZA, P. C. e MARTOS, H. L. Estudo do uso publico e analise ambiental das trilhas em uma unidade de conservação de uso sustentável; Floresta Nacional de Ipanema, Iperó. SP. **Rev. Árvore**, Viçosa – MG, V.32, N.1 P.91 – 100. 2009.

VERDEJO, M.E. Diagnóstico Rural Participativo **Um Guia Prático Embrapa**. Brasília, p.61, 2006.

VIEIRA, D. C. M. Chuva de sementes, banco de semenetes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP). 87F. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz ESALQ, Piracicaba, 2004.

ZOLIN, C. A. et al. Minimização da erosão em função do tamanho e localização das áreas de floresta no contexto do programa "conservador das águas". **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, 2011.

ANEXOS

Hídria era o vaso de cerâmica usado na antiguidade para armazenar água. Possui um gargalo menor e possui três alças: um par nas laterais e uma grande alça vertical na parte posterior. Ela facilitava mergulhar o vaso n'água e levantá-lo até a cabeça, enquanto que as outras alças ajudavam no equilíbrio. A Hídria é encontrada com as duas técnicas de pintura grega embora seja mais freqüente na de cor negra. Usualmente era fabricada com cerâmica, mas há exemplares de hídrias de bronze mais elaboradas.

Este sistema online denominado Hídria foi desenvolvido com a finalidade de propiciar ao gestor de bacia hidrográfica uma ferramenta de fácil aplicação que possa diagnosticar o estágio de conservação do Biossistema da nascente.

O enquadramento do Biossistema da nascente é interpretado valorando interações entre as dimensões: ecológica, social, antrópica e hidrológica, quantificando os aspectos de forma quantitativa e qualitativa, com o objetivo de identificar o nível de conservação em que se encontra o Biossistema da nascente (Figura 30).

A imagem mostra a interface de um navegador web com a seguinte estrutura:

- Barra de Endereços:** 104.131.92.232:8080/biossistema/analisar/
- Header:**
 - Logo: Saúde de Biossistemas
 - Menu: Início, Análises, Entrar
 - Botão: Analisar (com sub-menu: Ver registros)
- Título da Página:** Analisar
- Conteúdo Principal:**

Protocolo de campo para análise do biossistema da nascente

Proprietário	Nome da nascente*
Localização	Estado -- Seleção --
Tipo de nascente	Vazão (litros por segundo)

Figura 29 - Sistema online Hídria pagina de entrada de dados do Biossistema para posterior análise.

O sistema online Hídria foi concebido como o um SaaS (System as a Service), um aplicativo online acessível através de qualquer browser conectado a internet (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer/Edge, Opera, Apple Safari) que use o protocolo HTTP. Esse método é interessante porque o sistema é utilizável por qualquer aparelho conectado à internet, portátil ou não, independente de seu sistema operacional, desde que siga os padrões vigentes e seja compatível com HTML5.

O sistema foi concebido como um pequeno site com uma página de apresentação e as páginas de análise e listagem das análises já realizadas previamente. Na estrutura atual de demonstração não existe limitação de acesso de escrita (ou seja, qualquer um pode acessar e fazer sua análise e ver as análises anteriores), mas conforme a necessidade um sistema de permissões pode ser criado. Assim, apenas aqueles que receberem a permissão do administrador poderão acessar os dados e/ou fazer novas análises, mediante cadastramento de username e senha.

Na visualização das análises é possível ver todos os dados entrados pelo usuário em relação ao Biossistema da nascente, assim como suas respostas no questionário (Figura31).

Figura 30 -Sistema online Hídria pagina de enquadramento do Biossistema e georeferenciamento.

Como resultado, é possível ver o enquadramento do Biossistema da nascente e interpretação da pontuação obtida pela aplicação do protocolo de campo no Biossistema das nascente, onde o valor obtido pelo somatório de todos os indicadores foi dividido em 4 categorias e sendo classificadas em: Preservadas, Conservada, Perturbada, Degradada (Figura 32).

Estágio do Biossistema da nascente	Pontuação obtida no protocolo de campo
Degradada	abaixo de 11 pontos.
Perturbada	entre 12 pontos a 22 pontos.
Conservada	entre 23 pontos a 33 pontos
Preservada	entre 34 pontos a 44 pontos.

Figura 31- Enquadramento dos Biossistemas das nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG. em função da pontuação obtida no Protocolo de Campo.

O sistema gera um gráfico de radar que permite a visualização de pontos fortes e fracos do Biossistema estudado permitindo com isso uma análise in loco e dinâmica com o resultado e um mapa com a indicação do local em que a coleta de dados foi feita (Figura 32).

Figura 32 - Sistema on-line Hídria pagina de interpretação Biossistema da Nascente pelo gráfico de radar gerada pelo sistema.

O sistema foi construído em uma plataforma Zope 2.13, um framework extremamente amigável da linguagem Python, muito utilizada para aplicativos Web. O banco de dados utilizado é o PostgreSQL, um dos mais utilizados para este fim. A visualização de mapas utiliza o sistema MapBox com mapas do OpenStreetMaps, e a visualização de gráfico utiliza o Charts.JS. O sistema todo roda em um sistema operacional Linux Ubuntu 16.04 LTS. É importante notar que todos os softwares utilizados nesta aplicação são softwares livres e/ou de código aberto, inclusive os padrões de dados e formatos de documentos. O sistema está hospedado em um servidor na Digital Ocean, e pode ser acessado pela URL <http://104.131.92.232:8080/biossistema/>.

Tabela 3 - Registro da pontuação obtida pelo Biossistema das Nascentes estudadas.

	1. Área do Biossistema da nascente.	2. Fisionomia e altura predominante do Biossistema da nascente..	3. Presença de espécies exóticas no Biossistema da nascente	4. Conexão a montante do Biossistema da nascente	5. Cerca no entorno do Biossistema da nascente..	6. Captação de água no Biossistema da nascente..	7. Pastejo de animais no Biossistema da nascente	8. Lixo e ou despejo de esgoto no Biossistema da nascente	9. Evidência de fogo ou fluxo de pessoas no Biossistema da nascente	10. Exploração agrícola do entorno do Biossistema da nascente.	11. Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno da nascente.
Nasc 1	1	4	4	1	4	4	2	4	4	1	0
Nasc 2	2	3	3	1	3	3	2	4	4	1	0
Nasc 3	1	1	1	1	4	4	2	4	4	1	0
Nasc 4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	2	0
Nasc 5	1	3	1	1	1	3	1	4	2	1	0
Nasc 6	2	3	4	1	4	3	4	4	4	1	0
Nasc 7	2	3	3	1	4	4	4	4	4	1	0
Nasc 8	1	1	1	1	0	4	1	4	0	2	0
Nasc 9	1	1	4	1	1	1	3	4	4	2	0
Nasc 10	1	1	4	1	1	1	1	4	4	2	0
Nasc 11	2	3	4	3	4	4	3	4	4	3	0
Nasc 12	2	3	4	1	3	3	2	4	4	2	0
Nasc 13	2	3	4	1	4	3	3	4	4	2	0
Nasc 14	1	3	4	1	3	4	2	4	4	1	0
Nasc 15	1	1	1	1	3	1	2	4	4	1	0
Nasc 16	2	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 17	1	1	1	1	0	4	1	4	4	1	1
Nasc 18	1	2	1	4	0	1	2	4	4	1	0
Nasc 19	1	3	2	1	4	3	4	4	4	2	0
Nasc 20	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 21	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 22	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 23	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 24	1	1	1	1	0	4	1	4	4	1	0
Nasc 25	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 26	1	1	1	1	0	3	1	4	4	1	0
Nasc 27	2	4	1	2	0	4	1	4	4	1	0
Nasc 28	1	1	1	1	0	1	1	4	4	2	0
Nasc 29	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 30	1	1	1	1	4	4	1	4	4	1	0
Nasc 31	1	1	1	1	3	1	2	4	4	1	0
Nasc 32	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 33	3	3	1	1	3	4	2	4	4	1	0
Nasc 34	1	1	4	1	4	1	2	4	4	1	0
Nasc 35	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 36	3	3	1	1	3	1	2	4	4	1	0

Nasc 37	2	1	1	4	3	1	2	4	4	1	0
Nasc 38	2	1	1	1	0	4	3	0	1	1	4
Nasc 39	2	4	4	1	3	1	2	4	4	1	0
Nasc 40	2	2	1	1	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 41	1	1	1	1	0	4	3	2	2	1	4
	1. Área do Biossistema da nascente.	2. Fisionomia e altura predominante do Biossistema da nascente..	3. Presença de espécies exóticas no Biossistema da nascente	4. Conexão a montante do Biossistema da nascente	5. Cerca no entorno do Biossistema da nascente.	6. Captação de água no Biossistema da nascente.	7. Pastejo de animais no Biossistema da nascente	8. Lixo e ou despejo de esgoto no Biossistema da nascente	9. Evidência de fogo ou fluxo de pessoas no Biossistema da nascente	10. Exploração agrícola do entorno do Biossistema da nascente.	11. Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno da nascente.
Nasc 42	1	2	1	1	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 43	1	1	1	1	0	3	1	4	4	1	0
Nasc 44	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 45	1	1	1	1	2	1	1	4	4	1	0
Nasc 46	1	1	1	4	3	1	3	4	4	1	0
Nasc 47	1	3	3	2	2	4	2	4	4	1	0
Nasc 48	2	2	1	4	4	4	2	4	4	1	0
Nasc 49	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	0
Nasc 50	2	2	1	4	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 51	2	2	1	1	1	1	2	4	4	1	0
Nasc 52	2	1	1	3	2	1	1	4	4	1	0
Nasc 53	2	2	1	1	2	1	2	4	4	1	0
Nasc 54	2	2	1	1	2	1	2	4	4	1	0
Nasc 55	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	0
Nasc 56	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	0
Nasc 57	1	1	1	1	4	3	4	4	4	1	0
Nasc 58	1	1	1	1	4	3	4	4	4	1	0
Nasc 59	1	3	1	1	4	4	4	4	4	2	0
Nasc 60	1	1	1	1	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 61	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 62	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 63	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 64	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 65	1	3	3	1	1	3	2	2	4	1	0
Nasc 66	1	2	1	1	1	4	1	2	4	1	0
Nasc 67	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	0
Nasc 68	3	3	4	2	4	1	2	4	4	1	0
Nasc 69	1	2	1	1	0	1	1	2	4	1	0
Nasc 70	2	4	4	1	1	4	2	4	4	2	0
Nasc 71	2	3	4		4	4	4	3	4	1	4
Nasc 72	1	2	1	1	3	1	0	4	4	1	0
Nasc 73	1	3	1	1	3	4	2	4	4	1	0
Nasc 74	1	1	1	1	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 75	1	3	1	1	2	1	2	4	4	1	0

Nasc 76	1	2	1	1	1	1	3	4	4	1	0
Nasc 77	1	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0
Nasc 78	1	2	1	1	4	3	2	2	4	1	0
Nasc 79	1	1	1	1	2	1	3	4	4	1	0
Nasc 80	1	1	1	1	4	3	2	4	4	1	0
Nasc 81	1	2	1	1	4	3	2	2	4	1	0
Nasc 82	4	4	4	2	4	3	4	4	4	2	0
Nasc 83	1	3	1	1	4	1	1	4	4	1	0
Nasc 84	4	4	4	1	4	3	4	4	4	2	0
Nasc 85	4	4	4	1	4	4	2	4	4	2	0
Nasc 86	4	4	1	3	4	4	4	4	4	3	0
	1. Área do Biossistema da nascente.	2. Fisionomia e altura predominante do Biossistema da nascente..	3. Presença de espécies exóticas no Biossistema da nascente	4. Conexão a montante do Biossistema da nascente	5. Cerca no entorno do Biossistema da nascente.	6. Captação de água no Biossistema da nascente.	7. Pastejo de animais no Biossistema da nascente	8. Lixo e ou despejo de esgoto no Biossistema da nascente	9. Evidência de fogo ou fluxo de pessoas no Biossistema da nascente	10. Exploração agrícola do entorno do Biossistema da nascente.	11. Técnicas de manejo e conservação de solo no entorno da nascente.
Nasc 87	1	1	1	1	1	3	3	1	4	1	0
Nasc 88	1	1	1	1	4	3	2	1	4	2	0
Nasc 89	1	3	1	1	4	1	2	4	4	1	0
Nasc 90	1	4	1	1	2	1	1	4	4	1	0
Nasc 91	1	2	4	1	1	3	4	4	4	1	0
Nasc 92	1	3	4	1	2	3	2	2	4	1	0
Nasc 93	1	2	1	1	3	1	1	4	4	1	0
Nasc 94	2	2	1	1	2	1	1	4	4	1	0
Nasc 95	1	3	4	2	4	3	2	4	4	1	0
Nasc 96	3	4	4	1	4	3	2	4	4	1	0
Nasc 97	1	2	1	1	4	3	2	4	4	1	0
Nasc 98	3	4	1	1	0	1	1	1	4	1	0
Nasc 99	1	4	1	1	3	3	2	4	4	1	0
Nasc 100	1	4	1	1	3	1	4	4	4	1	0
Nasc 101	3	4	3	1	1	3	3	0	4	1	0
Nasc 102	1	4	2	1	3	3	3	4	4	1	0
Nasc 103	1	2	2	1	4	3	4	4	4	1	0
Nasc 104	1	1	2	2	4	4	4	4	4	1	0
Nasc 105	1	2	2	1	4	3	4	4	4	1	0
Nasc 106	1	2	2	1	3	1	3	4	4	1	0
Nasc 107	1	2	2	1	3	1	3	4	4	1	0
Nasc 108	1	2	2	1	3	1	2	4	4	1	0
Nasc 109	1	2	2	1	4	3	4	4	4	1	0

Tabela 4 - Registro das coordenadas geográficas dos Biossistemas das Nascentes estudadas na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

	Coordenadas geográficas
Nasc 1	S22° 53.450' W46° 14.351'
Nasc2	S22° 53.261' W46° 14.311'
Nasc 3	S22° 53.260' W46° 14.441'
Nasc 4	S22°53.154' W46°14.18.80
Nasc 5	S22° 52.526' W46° 15.378'
Nasc 6	S22° 52.380' W46° 15.422'
Nasc 7	S22° 52.531' W46° 15.512'
Nasc 8	S22° 52.328' W46° 15.382'
Nasc 9	S22° 52.237' W46° 15.388'
Nasc 10	S22° 52.295' W46° 15.489'
Nasc 11	S22° 52.406' W46° 15.677'
Nasc 12	S22° 52.512' W46° 15.523'
Nasc 13	S22° 52.378' W46° 15.472'
Nasc 14	S22° 52.523' W46° 15.379'
Nasc 15	S22° 52.693' W46° 15.288'
Nasc 16	S22° 52.805' W46° 15.392'
Nasc 17	S22° 52.815' W46° 15.442'
Nasc 18	S22° 52.835' W46° 15.452'
Nasc 19	S22° 53.063' W46° 14.958'
Nasc 20	S22° 53.154' W46° 14.259'
Nasc 21	S22° 53.096' W46° 14.250'
Nasc 22	S22° 53.066' W46° 14.225'
Nasc 23	S22° 52.979' W46° 14.284'
Nasc 24	S22° 52.952' W46° 14.284'
Nasc 25	S22° 52.952' W46° 14.284'
Nasc 26	S22° 52.881' W46° 14.323'
Nasc 27	S22° 52.858' W46° 14.363'
Nasc 28	S22° 52.858' W46° 14.471'
Nasc 29	S22° 52.838' W46° 14.515'
Nasc 30	S22° 52.809' W46° 14.538'
Nasc 31	S22°52'36.94 W46°14'186'
Nasc 32	S22° 52.619' W46° 14.277'
Nasc 33	S22° 52.594' W46° 14.240'
Nasc 34	S22° 51.897' W46° 14.309'
Nasc 35	S22° 51.896' W46° 14.125'
Nasc 36	S22° 51.838' W46° 14.130'

Nasc 37	S22° 51.693' W46° 14.020'
Coordenadas geográficas	
Nasc 38	S22° 52.383' W46° 15.634'
Nasc 39	S22° 51.541' W46° 14.075'
Nasc 40	S22° 51.597' W46° 14.228'
Nasc 41	S22° 51.623' W46° 14.235'
Nasc 42	S22° 51.669' W46° 14.273'
Nasc 43	S22° 52.256' W46° 14.538'
Nasc 44	S22° 52.213' W46° 14.463'
Nasc 45	S22° 52.250' W46° 14.457'
Nasc 46	S22° 52.302' W46° 14.230'
Nasc 47	S22° 52.189' W46° 14.208'
Nasc 48	S22° 52.305' W46° 14.209'
Nasc 49	S22° 52.414' W46° 14.304'
Nasc 50	S22° 52.662' W46° 14.086'
Nasc 51	S22° 52.690' W46° 14.080'
Nasc 52	S22° 52.870' W46° 14.092'
Nasc 53	S22° 52.672' W46° 14.142'
Nasc 54	S22° 52.602' W46° 14.318'
Nasc 55	S22° 52.559' W46° 14.287'
Nasc 56	S22° 52.593' W46° 14.375'
Nasc 57	S22° 52.559' W46° 14.513'
Nasc 58	S22° 52.488' W46° 14.587'
Nasc 59	S22° 53.199' W46° 15.501'
Nasc 60	S22° 53.278' W46° 15.489'
Nasc 61	S22° 53.379' W46° 15.334'
Nasc 62	S22° 53.298' W46° 15.347'
Nasc 63	S22° 53.259' W46° 15.216'
Nasc 64	S22° 53.345' W46° 15.160'
Nasc 65	S22° 53.284' W46° 15.105'
Nasc 66	S22° 53.159' W46° 15.178'
Nasc 67	S22° 53.186' W46° 15.155'
Nasc 68	S22° 53.267' W46° 14.591'
Nasc 69	S22° 53.270' W46° 14.669'
Nasc 70	S22° 53.228' W46° 14.774'
Nasc 71	S22° 53.192' W46° 14.821'
Nasc 72	S22° 53.192' W46° 14.804'
Nasc 73	S22° 52.891' W46° 15.358'
Nasc 74	S22° 52.702' W46° 15.077'

Nasc 75	S22°52'52.72 W46°15'2508
Nasc 76	S22° 52.781' W46° 15.064'
Coordenadas geográficas	
Nasc 77	S22° 52.898' W46° 15.109'
Nasc 78	S22°52'57.38 W46°14.236'
Nasc 79	S22° 51.798' W46° 14.728'
Nasc 80	S22° 51.757' W46° 14.785'
Nasc 81	S22° 51.875' W46° 14.985'
Nasc 82	S22° 51.965' W46° 15.065'
Nasc 83	S22° 52.013' W46° 15.100'
Nasc 84	S22° 52.055' W46° 15.147'
Nasc 85	S22° 52.489' W46° 14.835'
Nasc 86	S22° 52.536' W46° 14.867'
Nasc 87	S22° 52.271' W46° 14.904'
Nasc 88	S22° 50.604' W46° 14.309'
Nasc 89	S22° 51.373' W46° 14.008'
Nasc 90	S22° 51.372' W46° 14.008'
Nasc 91	S22° 51.010' W46° 13.720'
Nasc 92	S22° 50.765' W46° 13.603'
Nasc 93	S22° 50.445' W46° 13.870'
Nasc 94	S22° 51.350' W46° 14.579'
Nasc 95	S22° 51.338' W46° 14.348'
Nasc 96	S22° 51.399' W46° 14.525'
Nasc 97	S22° 50.821' W46° 14.320'
Nasc 98	S22° 50.472' W46° 13.499'
Nasc 99	S22° 50.500' W46° 13.551'
Nasc 100	S22° 50.128' W46° 14.151'
Nasc 101	S22° 50.104' W46° 14.000'
Nasc 102	S22° 53.247' W46° 14.945'
Nasc 103	S22° 52.759' W46° 15.129'
Nasc 104	S22° 52.150' W46° 14.286
Nasc 105	S22°52'1.85' W46° 14.353
Nasc 106	S22° 52.380' W46° 15.422'
Nasc 107	S22° 52.868' W46° 15.060'
Nasc 108	S22° 52.383' W46° 15.634'
Nasc 109	S22°52'6.42 W46° 14.199

Tabela 5 - Registro das medições das vazões das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

	VAZÃO Lts/segundo
Nasc 1	0,297
Nasc 2	0,396
Nasc 3	0,214
Nasc 4	0,049
Nasc 5	0,025
Nasc 6	0,039
Nasc 7	0,031
Nasc 8	0,154
Nasc 9	0,149
Nasc 10	0,019
Nasc 11	0,072
Nasc 12	0,024
Nasc 13	0,054
Nasc 14	0,015
Nasc 15	0,014
Nasc 16	0,076
Nasc 17	0,081
Nasc 18	0,079
Nasc 19	0,113
Nasc 20	0,114
Nasc 21	
Nasc 22	
Nasc 23	
Nasc 24	
Nasc 25	
Nasc 26	
Nasc 27	

VAZÃO Lts/segundo	
Nasc 28	
Nasc 29	
Nasc 30	
Nasc 31	
Nasc 32	
Nasc 33	0,144
Nasc 34	0,102
Nasc 35	0,046
Nasc 36	0,021
Nasc 37	0,02
Nasc 38	0,025
Nasc 39	0,027
Nasc 40	
Nasc 41	
Nasc 42	
Nasc 43	0,047
Nasc 44	
Nasc 45	0,014
Nasc 46	0,104
Nasc 47	
Nasc 48	
Nasc 49	0,097
Nasc 50	
Nasc 51	
Nasc 52	0,144
Nasc 53	0,076
Nasc 54	0,036
Nasc 55	
Nasc 56	
Nasc 57	0,063

	VAZÃO Lts/segundo
Nasc 58	0,028
Nasc 59	0,018
Nasc 60	0,022
Nasc 61	0,018
Nasc 62	0,011
Nasc 63	0,021
Nasc 64	
Nasc 65	
Nasc 66	
Nasc 67	0,143
Nasc 68	0,024
Nasc 69	0,047
Nasc 70	
Nasc 71	
Nasc 72	
Nasc 73	0,19
Nasc 74	0,12
Nasc 75	
Nasc 76	0,135
Nasc 77	
Nasc 78	0,027
Nasc 79	0,011
Nasc 80	0,014
Nasc 81	0,029
Nasc 82	0,041
Nasc 83	0,012
Nasc 84	0,148
Nasc 85	0,012
Nasc 86	0,105
Nasc 87	0,027

VAZÃO Lts/segundo	
Nasc 88	0,075
Nasc 89	0,059
Nasc 90	0,036
Nasc 91	0,116
Nasc 92	0,074
Nasc 93	0,029
Nasc 94	0,33
Nasc 95	0,154
Nasc 96	0,038
Nasc 97	0,012
Nasc 98	0,023
Nasc 99	
Nasc 100	
Nasc 101	0,164
Nasc 102	0,016
Nasc 103	0,021
Nasc 104	0,011
Nasc 105	0,014
Nasc 106	0,012
Nasc 107	
Nasc 108	0,011
Nasc 109	0,038

Tabela 6 - Registro dos índices das análises de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

	SÓDIO	ÁREA	Amônio	ÁREA	POTASSIO	ppm	MAGNESIO	área
Nasc 1	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2717	0,0654797	0,3227	0,2442839	0,7913
Nasc 2	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3394	0,0817954	0,5801	0,4391357	1,2802
Nasc 3	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3555	0,0856755	0,4848	0,3669936	1,5608
Nasc 4								
Nasc 5								
Nasc 6	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3079	0,126239	1,2498	1,37203044	
Nasc 7								
Nasc 8	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2386	0,097826	0,7732	0,84881896	
Nasc 9	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,4422	0,181302	0,5285	0,5801873	
Nasc 10	#VALOR!			0,3057	0,0736737	1,0288	0,7788016	1,9002
Nasc 11	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,0754	0,030914	0,7453	0,81819034	
Nasc 12	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,0838	0,034358	0,4541	0,49851098	
Nasc 13	#VALOR!	0,0047	0,0019317	0,0589	0,0141949	0,2308	0,1747156	0,5903
Nasc 14	#VALOR!			0,2832	0,0682512	0,6503	0,4922771	2,8868
Nasc 15	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2401	0,0578641	0,4398	0,3329286	1,3682
Nasc 16	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3694	0,151454	0,9695	1,0643171	
Nasc 17	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2824	0,115784	1,3021	1,42944538	
Nasc 18								
Nasc 19								
Nasc 20	#VALOR!	0,0082	0,003362	0,0762	0,031242	0,9301	1,02106378	
Nasc 21								
Nasc 22								
Nasc 23								
Nasc 24								
Nasc 25								
Nasc 26								
Nasc 27								
Nasc 28								
Nasc 29								
Nasc 30								
Nasc 31								

Nasc 32								
Nasc 33	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,4157	0,170437	1,4857	1,63100146	
Nasc 34								
Nasc 35								
Nasc 36	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3473	0,142393	0,9917	1,08868826	
	SÓDIO	ÁREA	Amônio	ÁREA	POTASSIO	ppm	MAGNESIO	área
Nasc 37	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,9323	0,382243	5,2547	5,76860966	
Nasc 38								
Nasc 39	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3986	0,163426	1,8586	2,04037108	
Nasc 40								
Nasc 41								
Nasc 42								
Nasc 43	#VALOR!			0,5621	0,1354661	1,0254	0,77622278	1,7316
Nasc 44								
Nasc 45	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,6397	0,262277	1,8059	1,98251702	
Nasc 46	#VALOR!	0,0269	0,011029	0,3058	0,125378	1,564	1,7169592	
Nasc 47								
Nasc 48								
Nasc 49	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3222	0,132102	1,5969	1,75307682	
Nasc 50	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,5	0,205	0,6885	0,7558353	
Nasc 51								
Nasc 52	#VALOR!	0,0329	0,0135219	0,284	0,068444	0,9388	0,7106716	2,2536
Nasc 53	#VALOR!	0,0203	0,008323	0,5422	0,222302	1,3949	1,53132122	
Nasc 54								
Nasc 55								
Nasc 56								
Nasc 57	#VALOR!			0,0722	0,0174002	0,0532	0,0402724	0,1041
Nasc 58	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,1094	0,044854	0,4474	0,49115572	
Nasc 59	#VALOR!			0,3546	0,0854586	0,8797	0,6659329	1,253
Nasc 60	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2129	0,0513089	0,3737	0,2828909	1,2232
Nasc 61	#VALOR!	0,0209	0,0085899	0,3904	0,0940864	1,0485	0,7937145	1,3082
Nasc 62	#VALOR!	0,0274	0,011234	0,1432	0,058712	0,272	0,2986016	
Nasc 63	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2185	0,089585	0,4756	0,52211368	
Nasc 64								

Nasc 65								
Nasc 66								
Nasc 67	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,4507	0,184787	1,1607	1,27421646	
Nasc 68	#VALOR!	0,0144	0,0059184	0,4488	0,1081608	0,9479	0,7175603	3,545
Nasc 69	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,5057	0,207337	2,0225	2,2203005	
Nasc 70								
Nasc 71								
Nasc 72								
Nasc 73	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,2939	0,120499	1,4133	1,55152074	
Nasc 74	#VALOR!	0,0115	0,004715	0,298	0,12218	0,6838	0,75067564	
Nasc 75								
Nasc 76	#VALOR!	0,03	0,0123	0,3753	0,153873	0,5337	0,58589586	
	SÓDIO	ÁREA	Amônio	ÁREA	POTASSIO	ppm	MAGNESIO	área
Nasc 77								
Nasc 78	#VALOR!	0,0474	0,0194814	0,3445	0,0830245	0,8059	0,6100663	2,8354
Nasc 79	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3855	0,158055	0,7272	0,79832016	
Nasc 80	#VALOR!	0,0133	0,005453	0,5995	0,245795	2,1476	2,35763528	
Nasc 81								
Nasc 82	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,4786	0,196226	0,6879	0,75517662	
Nasc 83								
Nasc 84	#VALOR!	0,0152	0,0062472	0,4232	0,1019912	0,9487	0,7181659	2,0258
Nasc 85	#VALOR!	0,0168	0,0069048	0,0896	0,0215936	0,1226	0,0928082	0,2871
Nasc 86	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,1953	0,080073	0,8674	0,95223172	
Nasc 87	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,3491	0,143131	0,5639	0,61904942	
Nasc 88								
Nasc 89	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,0501	0,020541	0,0766	0,08409148	
Nasc 90	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,6818	0,279538	0,7821	0,85858938	
Nasc 91	#VALOR!	0,014	0,00574	0,119	0,04879	0,7857	0,86254146	
Nasc 92	#VALOR!			0,5116	0,1232956	2,9796	2,2555572	3,2177
Nasc 93	#VALOR!	0,0228	0,0093708	1,0709	0,2580869	0,6345	0,4803165	1,756
Nasc 94								
Nasc 95								
Nasc 96	#VALOR!	0,0071	0,0029181	0,1618	0,0389938	4,5708	3,4600956	2,4518
Nasc 97	#VALOR!			0,5341	0,1287181	1,6418	1,2428426	3,0043

Nasc 98	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,6593	0,270313	0,9073	0,99603394
Nasc 99							
Nasc 100							
Nasc 101	#VALOR!	0,0122	0,0050142	0,183	0,044103	0,6242	0,4725194 1,7493
Nasc 102	#VALOR!			0,2021	0,0487061	1,2931	0,9788767 3,4049
Nasc 103							
Nasc 104	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,548	0,22468	2,7106	2,97569668
Nasc 105	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	0,5086	0,208526	1,083	1,1889174
Nasc 106							
Nasc 107							
Nasc 108							
Nasc 109							

Nasc 41
Nasc 42
Nasc 43
Nasc 44
Nasc 45
Nasc 46
Nasc 47
Nasc 48
Nasc 49
Nasc 50
Nasc 51
Nasc 52
Nasc 53
Nasc 54
Nasc 55
Nasc 56
Nasc 57
Nasc 58
Nasc 59
Nasc 60
Nasc 61
Nasc 62
Nasc 63
Nasc 64
Nasc 65
Nasc 66
Nasc 67
Nasc 68
Nasc 69
Nasc 70
Nasc 71
Nasc 72
Nasc 73
Nasc 74
Nasc 75
Nasc 76
Nasc 77
Nasc 78
Nasc 79
Nasc 80
Nasc 81
Nasc 82
Nasc 83
Nasc 84
Nasc 85
Nasc 86
Nasc 87

Nasc 88										
Nasc 89	0,0105	0,004578	0,0421	0,0150297	n.a.	#VALOR!	n.a.	#VALOR!	n.a.	#VALOR!
Nasc 90	0,0669	0,0291684	0,3071	0,1096347	0,0734	0,0584264	0,0596	0,030992	n.a.	#VALOR!
Nasc 91	0,0475	0,02071	0,7711	0,2752827	n.a.	#VALOR!	0,0662	0,034424	0,0222	0,0071484
Nasc 92										
Nasc 93										
Nasc 94										
Nasc 95										
Nasc 96										
Nasc 97										
Nasc 98	0,0647	0,0282092	0,1123	0,0400911	n.a.	#VALOR!	0,068	0,03536	n.a.	#VALOR!
Nasc 99										
Nasc 100										
Nasc 101										
Nasc 102										
Nasc 103										
Nasc 104			1,1707	0,9260237	0,5334	0,9595866	0,1835	0,095053	n.a.	#VALOR!
Nasc 105										
Nasc 106										

Tabela 8 - Registro dos índices das análises de água das nascentes dos Biossistemas das Nascentes estudados na Sub Bacia de Posses em Extrema – MG.

	OD mg/L	O ₂	%Sat	Temp Campo	Condutividade Elétrica S/m (siemens por metro).	Ph Potencial hidrogeniônico ideal entre 6 e 8	turbidez Unidade nefelométrica de turbidez UNT ideal menor que 1
Nasc 1	8,9	21,2	21,3	17,5	21,1	6,74	0,98
Nasc 2	8,5	20,2	20,2	17,7	29,9	6,82	1,18
Nasc 3	0,1	0,6	1,6	18,1	47,4	6,82	3,00
Nasc 4	0,8	2,3	11,3	18,3	44,1	6,95	9,2
Nasc 5	6,5	15,6	15,6	19,7	39,6	6,75	1,07
Nasc 6	4,6	11,1	52,9	18,6	57,4	6,58	0,73
Nasc 7	0,113	7,7	18,3	18,3	18,6	72,1	7,66
Nasc 8	8,5	20,3	20,3	18,1	33,5	7,16	0,68
Nasc 9	8,7	20,7	20,7	19,4	34,6	6,84	4,7
Nasc 10	2,5	4,7	21,8	19,2	37,3	6,59	1,85
Nasc 11	5,5	13,2	59	17,6	12,1	6,61	1,48
Nasc 12	4,5	10,9	49,1	21,4	17,8	6,5	1,25
Nasc 13	5,3	12,8	57,8	22,3	22,5	7,05	0,39
Nasc 14	5,1	12,4	53,8	22,9	32,4	7,02	1,09
Nasc 15	5	12,2	55,8	23,4	31,7	6,98	1,13
Nasc 16	0,5	1,6	27	22,2	29,7	6,43	4,6
Nasc 17	5,3	1,9	23	22,4	29,6	6,51	4,9
Nasc 18	1,9	4,9	22	22,8	45,3	7,26	5,1
Nasc 19	4,3	10,4	46,2	19,5	62,4	6,69	0,26
Nasc 20	8	19,1	19,1	18,3	48,4	7,48	0,12
Nasc 21							
Nasc 22							
Nasc 23							

Nasc 24							
Nasc 25							
Nasc 26							
Nasc 27							
Nasc 28							
Nasc 29							
Nasc 30							
Nasc 31							
Nasc 32							
Nasc 33	6,7	16,2	16,2	20,5	49,1	7,44	1,37
Nasc 34	4,3	10,4	46,7	20,3	82,2	7,6	1,06
Nasc 35	7,8	18,6	18,6	18,3	26,8	6,94	0,72
Nasc 36	6,1	14,7	14,7	19,5	130,6	7,36	1,06
Nasc 37	4,4	10,6	47,6	19,1	75,9	7,03	12
Nasc 38	4,1	11,2	48,4	19,8	71,8	6,9	1,09
Nasc 39	5,3	12,7	57	19,3	75,1	7,55	2,3
Nasc 40							
Nasc 41							
Nasc 42							
Nasc 43	5,8	13,9	62	20,1	48,8	7,43	1,02
Nasc 44							
Nasc 45	8,2	19,6	19,6	22	56,9	7,2	0,62
Nasc 46	5,5	13,2	59,3	19,6	69,6	7,37	4,20
Nasc 47							
Nasc 48							
Nasc 49	6,5	15,6	15,6	23,2	57,4	6,45	0,42
Nasc 50							
Nasc 51							
Nasc 52	6,4	15,5	15,5	23,1	42,5	7,16	0,93
Nasc 53	5,5	13,3	60,2	22,5			0,35
Nasc 54	5	12	53,9	21,9	45,3	7,26	0,60

Nasc 55							
Nasc 56							
Nasc 57	4,4	10,7	47,8	18,4	76,3	6,3	0,47
Nasc 58	3,8	9	40,5	23	23,3	7,01	1,21
Nasc 59	6,7	16	16	20,5	31,5	6,75	0,48
Nasc 60	2,0	5,1	21,1	21,2	28,3	6,76	0,86
Nasc 61	6,6	15,7	15,7	20,2	25	6,92	1,62
Nasc 62	6,4	16,1	15,9	21,1	20,8	7,22	1,26
Nasc 63	6,8	15,8	16,2	20,8	39,7	6,94	0,44
Nasc 64							
Nasc 65							
Nasc 66							
Nasc 67	3,7	7,8	41,9	22,8	66,6	7,37	1,57
Nasc 68	1,5	3,8	15,5	18,4	68,3	7,1	1,03
Nasc 69	5,2	9,92	126,7	21,3	61,8	7,12	1,01
Nasc 70							
Nasc 71							
Nasc 72							
Nasc 73	3,33	43,8	43,8	22,1	43,8	6,58	1,61
Nasc 74	7,83	107,1	107,1	24,5	12,9	6,27	1,09
Nasc 75							
Nasc 76	4,17	52,8	52,8	21,2	21,7	6,3	1,21
Nasc 77							
Nasc 78	0,19	2,4	2,4	20,9	51,2	7,04	0,51
Nasc 79	1,96	24,4	24,4	19,5	53,1	6,62	0,22
Nasc 80	1,26	16,9	16,9	23,1	56,4	6,96	1,27
Nasc 81	7,87	23,8	106,4	22,9	51,5	7,06	0,59
Nasc 82	3,57	8,91	44,7	19,7	49,5	6,59	0,71
Nasc 83	0,05	0,7	0,7	24,3	101,1	6,52	5,60
Nasc 84	7,61	21,9	95,4	19,7	50	7,23	4,00
Nasc 85	5,38	8,89	69,5	21,9	34,7	6,23	0,44

Nasc 86	6,71	0,05	0,6	23,5	31,1	6,28	1,44
Nasc 87	3,95	2,4	45,9	20,3	37,0	6,92	1,10
Nasc 88	0,27	4,6	4,6	23	20,6	6,83	1,01
Nasc 89	0,69	1,5	0,12	20,4	19,8	6,94	0,72
Nasc 90	0,07	0,9	0,9	20,3	37,8	6,75	3,4
Nasc 91	0,31	4,0	4	21,5	39,6	6,97	0,35
Nasc 92	5,43	69,1	69,1	21	86,9	8,16	1,19
Nasc 93	7,3	93,4	93,4	21,7	76,5	7,39	1,05
Nasc 94	6,33	19,9	19,9	19,9	48,8	6,43	0,86
Nasc 95	6,01	75,8	75,8	21	29,8	6,44	0,89
Nasc 96	6,69	89	89	23,7	31,1	6,37	0,24
Nasc 97	4,51	62,5	62,5	26	80,1	7,06	1,21
Nasc 98	3,96	48,6	48,6	19,7	40,0	7,3	0,26
Nasc 99							
Nasc 100							
Nasc 101	1,54	19,2	19,2	20,6	33,6	7,06	1,12
Nasc 102	5,82	76	76	22,2	71,5	6,94	0,61
Nasc 103	6	80,5	80,5	80,5	56,7	7,55	2,20
Nasc 104	7,5	16,3	16,3	25,8	45,9	7,2	1,89
Nasc 105	8,1	21,3	49,6	21,3	51,4	6,8	1,79
Nasc 106	7,8	41,4	62,3	21,4	51,8	7,1	1,49
Nasc 107							
Nasc 108	5,9	42,9	68,1	22,1	68,4	7,1	1,89
Nasc 109	7,5	21,9	39,7	20,8	54,7	6,9	1,64

Tabela 9 - Registro dos índices de análises das amostras de água coletada nas nascentes dos Biossistemas estudados na Sub - bacia de Posses em Extrema – MG, referente a Escherichia Coli /100ml e número mais provável Coliformes /100ml NMP/100ml.

	E. Coli /100ml	NMP Coli /100 ml
Nasc 1	1	2419,6
Nasc 2	1	2419,6
Nasc 3	19,7	2419,6
Nasc 4	1	2419,6
Nasc 5	0	529,8
Nasc 6	0	2419,6
Nasc 7	0	2419,6
Nasc 8	0	2419,6
Nasc 9	21,1	2419,6
Nasc 10	9,4	2419,6
Nasc 11	0	0
Nasc 12	0	2419,6
Nasc 13	31,8	0
Nasc 14	0	2419,6
Nasc 15	16,1	2419,6
Nasc 16	122,3	2419,6
Nasc 17	11,9	0
Nasc 18	54,6	0
Nasc 19	0	151,5
Nasc 20	113,7	0
Nasc 21	0	0
Nasc 22	0	0
Nasc 23	0	0
Nasc 24	0	0
Nasc 25	0	0
Nasc 26	0	0
Nasc 27	0	0
Nasc 28	0	0
Nasc 29	0	0
Nasc 30	0	0
Nasc 31	0	0
Nasc 32	0	0

Nasc 33	15,8	2419,6
Nasc 34	25,3	2419,6
Nasc 35	47,5	0
Nasc 36	7,3	2419,6
Nasc 37	10,7	1011
Nasc 38	27,2	579
Nasc 39	16,4	2419
Nasc 40	0	0
Nasc 41	0	0
Nasc 42	0	0
Nasc 43	78,3	2419,6
Nasc 44	0	0
Nasc 45	51,2	1011
Nasc 46	116,9	913
Nasc 47	0	0
Nasc 48	0	0
Nasc 49	103,6	1046
Nasc 50	0	0
Nasc 51	0	0
Nasc 52	34,5	688
Nasc 53	54,4	1299
Nasc 54	120,1	721
Nasc 55	0	0
Nasc 56	0	0
Nasc 57	0	107
Nasc 58	15,6	960
Nasc 59	11,9	467
Nasc 60	38,6	629
Nasc 61	75,4	2420
Nasc 62	119,1	2420
Nasc 63	49,6	490
Nasc 64	0	0
Nasc 65	0	0
Nasc 66	0	0
Nasc 67	41,1	920
Nasc 68	12,1	2420

Nasc 69	22,8	1413
Nasc 70	0	0
Nasc 71	0	0
Nasc 72	0	0
Nasc 73	2	151,5
Nasc 74	4,1	298
Nasc 75	0	0
Nasc 76	0	435,2
Nasc 77	0	0
Nasc 78	82	2420
Nasc 79	5,2	829,7
Nasc 80	920,8	2420
Nasc 81	0	307,6
Nasc 82	0	325,5
Nasc 83	0	0
Nasc 84	1203,3	2420
Nasc 85	122,3	727
Nasc 86	87,4	1299
Nasc 87	9,8	1553
Nasc 88	870,4	2420
Nasc 89	4,1	980
Nasc 90	410,6	1203
Nasc 91	147	437,4
Nasc 92	24,6	2420
Nasc 93	15,1	2420
Nasc 94	20,1	1119,9
Nasc 95	73,3	2420
Nasc 96	19,6	387,3
Nasc 97	52,9	2420
Nasc 98	261,3	2420
Nasc 99	0	0
Nasc 100	0	0
Nasc 101	8,6	1011,2
Nasc 102	1	1046
Nasc 103	0	325,5
Nasc 104	1	2420

Nasc 105	9,6	2420
Nasc 106	21,1	0
Nasc 107	0	0
Nasc 108	4,1	298
Nasc 109	0	285,1