



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**O ASSOREAMENTO E A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICO DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS DA LAGOA MAIOR EM 2013/14 NO MUNICÍPIO DE TRÊS
LAGOAS/MS**

DENIVALDO FERREIRA DE SOUZA

**TRÊS LAGOAS
2015**



DENIVALDO FERREIRA DE SOUZA

**O ASSOREAMENTO E A QUALIDADE FISICO-QUIMICO DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS DA LAGOA MAIOR EM 2013/14 NO MUNICÍPIO DE TRÊS
LAGOAS/MS**

Dissertação final apresentada ao Programa de Pós-Graduação,
Mestrado no caráter stricto sensu em Geografia/CPTL/UFMS,
Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do
Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre
em Geografia, sob orientação do(a) Prof^(a) Dr^(a) André Luiz Pinto.

**TRÊS LAGOAS
2015**



Ata de Defesa de Dissertação
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado

Aos vinte e oito dias do mês de maio do ano de dois mil e quinze, às oito horas, no Anfiteatro da Unidade VI, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Andre Luiz Pinto (UFMS/CPTL), Maria Jose Alencar Vilela (UFMS), Patricia Helena Mirandola Garcia (UFMS/CPTL) para julgar o trabalho do aluno: **DENIVALDO FERREIRA DE SOUZA**, CPF 02333969180, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curso de Mestrado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "**Implicações do Assoreamento na Qualidade Físico-Químico das Águas da Lagoa Maior em 2013/14, Três Lagoas**". O presidente da Banca Examinadora, Andre Luiz Pinto, declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra ao aluno que expôs sua Dissertação. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, o presidente da Banca Examinadora fez suas considerações como orientador. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu Parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR

Dr. Andre Luiz Pinto

Dra. Maria Jose Alencar Vilela

Dra. Patricia Helena Mirandola Garcia

Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto (Suplente)

ASSINATURA

AValiação

	<u>aprovado</u>
	<u>aprovado</u>
	<u>aprovado</u>

RESULTADO FINAL:

☒ Aprovação

☐ Aprovação com revisão

☐ Reprovação

OBSERVAÇÕES:

Nada mais havendo a ser tratado, o Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

Assinaturas:

Orientador

Aluno

Aos dois seres que delegam o pseudo feudo na minha hierarquia de vida, minha mãe Neide de Fátima Souza Silva e meu pai Nivaldo Ferreira da Silva...

...a vocês dedico-o.

Agradecimentos

O trabalho dignifica e enobrece o homem, mas as amizades ampliam os bons resultados de um trabalho. O que seria do “eu” sem “eles”, o que seria do homem sem seus amigos. Já dizia Francis Bacon: “Não há solidão mais triste do que a do homem sem amizades, a falta de amigos faz com que o mundo pareça um deserto”. Portanto, sozinho o objetivo não seria alcançado, sendo assim, prestarei meus singelos agradecimentos:

Agradeço tudo e acima aos seres que me proporcionaram existência em vida, deram-me tudo que podiam conquistar, me ensinaram que família, humildade e respeito são as bases de tudo, sou e sempre serei eternamente grato a vocês, Neide e Nivaldo, meus pais que amo-os.

Ao meu orientador, professor Dr. André Luiz Pinto, que me acolheu desde meu egresso na UFMS, homem dotado de um amplo conhecimento, dono de uma paciência maior que o mundo, mediador e conselheiro em todas as horas, sempre tolerante diante minhas piadas sem graças, e amante como eu de uma boa e velha saída de campo.

As professoras Dra. Patrícia Mirandola e Dra. Maria José Vilela, membros da banca, contribuíram com críticas e sugestões permitindo melhorias para a produção da dissertação, tentei.

Ao corpo docente do mestrado, em especial Dra. Luiza Salvi, Dr. Vitor Bacani, Dr. Arnaldo Sakamoto e Dr. Arnildo Pott pelo conhecimento apresentado em sala servindo de grande auxílio em minha pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES contribuindo financeiramente durante um ano com bolsas, sendo de grande valia a ajuda.

Aos companheiros de turma de mestrado 2013: Roni, que foi parceiro fundamental do início ao fim, Suzane, Ana, Camila, Andrea, André, Rafael, Rodrigo, Thiago, Galvão, entre outros.

Aos parceiros de LaPGRH: Gustavo, Rafael, Weslen, Vanessa e Kety por me aturarem algumas vezes no laboratório.

Aos meus amigos de morada em Três Lagoas: Caetano, Daniel, Alexis, Victor, Marcos, Alexandre, José, Thiago, Marcel, e todos os “*dezcarrados*” que já passaram em minha vida, vivenciamos muitas histórias juntos.

A família Guaicurus que conquistei em Três Lagoas que me mostrou o esporte mais digno da humanidade, o rugby. Fundamental em meus momentos de estresse, me proporcionou momentos únicos de felicidade, e me deu amigos e amigas pra vida toda.

Ao Sr. Paulo, Rosely, Fábio Victor, LaSer, Laboratório de Ictiologia e Prefeitura Municipal de Três Lagoas que auxiliaram direta e indiretamente para a melhor realização do trabalho em campo.

E, a uma pessoa em especial que esteve presente nessa conquista, fundamental no início, sendo companheira em todos os momentos, felizes ou tristes, ricos ou pobres, saudáveis ou doentes, limpos ou sujos. Dona de um gene difícil de domar, mas no fundo é um doce leãozinho.

Muito obrigado!

“Estamos no ano 2070 e acabo de completar os 50 anos, mas a minha aparência é de alguém de 85. Tenho sérios problemas renais porque bebo pouca água. Creio que me resta pouco tempo. Hoje sou uma das pessoas mais idosas nesta sociedade. Recordo quando tinha 5 anos. Tudo era muito diferente. Havia muitas árvores nos parques, as casas tinham bonitos jardins e eu podia desfrutar de um banho de chuveiro por cerca de uma hora. Agora usamos toalhas em azeite mineral para limpar a pele. Antes todas as mulheres mostravam a sua formosa cabeleira. Agora devemos raspar a cabeça para mantê-la limpa sem água. Antes o meu pai lavava o carro com a água que saía de uma mangueira. Hoje os meninos não acreditam que a água se utilizava dessa forma. Recordo que havia muitos anúncios que diziam CUIDE DA ÁGUA, só que ninguém lhes ligava; pensávamos que a água jamais podia terminar. Agora, todos os rios, barragens, lagoas e mantos aquíferos estão irreversivelmente contaminados ou esgotados. Antes a quantidade de água indicada como ideal para beber era oito copos por dia por pessoa adulta. Hoje só posso beber meio copo. A roupa é descartável, o que aumenta grandemente a quantidade de lixo; tivemos que voltar a usar os poços sépticos (fossas) como no século passado porque as redes de esgotos não se usam por falta de água. A aparência da população é horrorosa; corpos desfalecidos, enrugados pela desidratação, cheios de chagas na pele pelos raios ultravioletas, já que não temos a capa de ozônio que os filtrava na atmosfera. Imensos desertos constituem a paisagem que nos rodeia por todos os lados. As infecções gastro-intestinais, enfermidades da pele e das vias urinárias são as principais causas de morte. A indústria está paralisada e o desemprego é dramático. As fábricas dessalinizadoras são a principal fonte de emprego e pagam-te com água potável em vez de salário. [...] Agora os nossos filhos pagam um preço alto e sinceramente creio que a vida na Terra já não será possível dentro de muito pouco tempo, porque a destruição do meio ambiente chegou a um ponto irreversível. Como gostaria de voltar atrás e fazer com que toda a humanidade compreendesse isto quando ainda podíamos fazer alguma coisa para salvar o nosso Planeta Terra!”

(Trecho “Carta escrita no ano de 2070” extraído da revista biográfica “Crónicas de los Tiempos” de abril de 2002)

RESUMO

SOUZA, Denivaldo Ferreira. **O Assoreamento e a Qualidade Físico-Químico das Águas Superficiais da Lagoa Maior em 2013/14 no Município de Três Lagoas/MS.** 114p. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, 2015.

O presente trabalho usou uma área de estudo com bastante importância local, situada no município de Três Lagoas/MS a Lagoa Maior é o principal atrativo turístico urbano. A sua rede de drenagem superficial pertence ao alto curso da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, inseridos na grande Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. O ambiente que está locada a Lagoa Maior vem sofrendo progressivamente com alterações antrópicas, para comprovar o grau de dano que essa ocupação está causando buscou a realização de análises técnicas, físicas e químicas no local. A quantificação dos sedimentos superficiais transportados pelas precipitações e resíduos antrópicos foi gerada utilizando por base a metodologia desenvolvida por Colby (1957), utilizada por Carvalho (2008), e adaptado pelo autor para um sistema lêntico urbano. Os resultados mostraram altíssimo índice de transporte de sedimentos, resultando em um depósito anual de 2168,1 toneladas de sedimentos em seu leito, e, a agravante deposição ficou caracterizada com a realização de uma batimetria motorizada que mostrou a profundidade atual da Lagoa Maior, obtivendo como local mais profundo a região da fonte luminosa com 1,80m. Outra análise realizada foi à qualidade físico-químico da água, abordando 8 parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Potencial de Oxidação e Redução (ORP), Totais de Sólidos Dissolvidos (TDS), Turbidez, Salinidade e Temperatura. O principal parâmetro indicativo de qualidade baseou-se no OD, posteriormente, seguiu as normas de classificação de acordo ao CONAMA em sua resolução 357 de 2005. Os resultados colocaram a Lagoa Maior na Classe II, onde o grau de poluição é médio, entretanto, mostrou uma divisão da qualidade das águas aonde o lado que recebe maior influência das águas residuárias tende a ser mais degradado. Por fim, sugestões para ajudar a minimizar foram feitas, incluindo a cobrança dos meios responsáveis pela fiscalização e manutenção do bem turístico e de lazer mais importante da cidade de Três Lagoas, a Lagoa Maior.

Palavras-chaves: Sedimentos; Batimetria; Qualidade da Água; Lagoa Maior; Três Lagoas.

ABSTRACT

SOUZA, Denivaldo Ferreira. **The Silting and The Physical and Chemical Quality of Surface Water of the Bigger Pond in 2013/14 in Três Lagoas/MS.** 114p. Master's Thesis: Federal University of Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, 2015.

This study used a study area with plenty of local importance, in the municipality of Três Lagoas/MS the Bigger Pond is the urban main tourist attraction. Its network of surface drainage belongs to the upper reaches of the Hydrographic Basin of Stream of Onça, inserted in the great Hydrographic Basin of the Paraná River. The environment that is leased to Bigger Pond has been progressively suffering from anthropogenic changes, to prove the degree of damage that this occupation is causing sought of technical analysis, physical and chemical on site. The quantification of surface sediments carried by rainfall and anthropogenic waste was generated using based on the methodology developed by Colby (1957), used by Carvalho (2008), and adapted by the author for an urban lentic system. The results showed very high sediment transport rate, resulting in an annual deposit of 2168.1 tons of sediment in its bed, and the aggravating deposition was characterized by carrying out a motorized bathymetry showed that the current depth of the Bigger Pond, getting as the deepest part of the light source region with 1.80m. Another analysis was performed to the physical-chemical water quality by addressing 8 parameters: Dissolved Oxygen (DO), Hydrogen Potential (pH), Electrical Conductivity (EC), Oxidation Reduction Potential (ORP), Total Dissolved Solids (TDS), Turbidity, Salinity and Temperature. The main parameter indicative of quality was based on the DO subsequently followed the standards of the CONAMA according classification in its resolution 357 of 2005. The results put the Big Pond in Class II, where the degree of pollution is high, however, It showed a division of water quality where the side that receives the greatest influence of the wastewater tends to be degraded. Finally, suggestions to help minimize been made, including the collection of resources responsible for monitoring and maintaining the tourism good and most important leisure in the city of Três Lagoas, the Bigger Pond.

Keywords: Sediments; Bathymetry; Water Quality; Bigger Pond; Três Lagoas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

BHCO – Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça

BHRP – Bacia Hidrográfica do Rio Paraná

CESP – Companhia Energética de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI – Environmental Systems Research Institute

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

RDLM – Rede de Drenagem da Lagoa Maior

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SANESUL – Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul

SEJUVEL – Secretaria Municipal de Esportes, Juventude e Lazer

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Figura 01: Hierarquização sistêmica adotada para compreensão das relações maiores inserida a Lagoa Maior.....	20
Figura 02: Mapa de localização do município de Três Lagoas/MS.....	21
Figura 03: Vista aérea do Complexo Lacustre e pequeno trecho do Rio Paraná, Três Lagoas/MS.....	22
Figura 04: (A) Festividades nas proximidades do Relógio Central de 7 de Setembro em 1959. (B) Cidade de Três Lagoas com a Lagoa Maior ao fundo em 1919	23
Figura 05: (A) Bancada para lazeres na Lagoa na década de 30. (B) Passarela em festividades sobre a Lagoa em 1939	24
Figura 06: Normais mensais de temperatura da cidade de Três Lagoas/MS, no período de 1961-1990.....	25
Figura 07: Variação pluviométricas anual de 1983-2012.....	26
Figura 08: Balanço hídrico pluvial de Três Lagoas, no período de 1983-2012	27
Figura 09: Normais climatológicas de Três Lagoas, no período de 1961-1990	27
Figura 10: Mapa da drenagem superficial da BHCO e RDLM	28
Figura 11: Sistema de drenagem das tubulações presente nas lagoas	29
Figura 12: Mapa da topografia presente na BHCO e RDLM.....	30
Figura 13: Contexto geomorfológico atual da região urbanizada de Três Lagoas/MS	31
Figura 14: Mapa da pedologia na BHCO e RDLM.....	33
Figura 15: Diversificação de animais presenciados na orla da Lagoa Maior	34
Figura 16: Evolução da população de Três Lagoas, no período de 1940-2013.....	36
Figura 17: Evolução do IDH de Três Lagoas, no período de 1991-2010	36
Figura 18: Diversificação de algumas atividades de lazeres praticada na orla da Lagoa Maior.....	37
Figura 19: Diversificação das atividades negativas presenciadas na orla da Lagoa Maior.....	37
Figura 20: Representação esquemática de um sistema, assinalando as partes componentes	39
Figura 21: (A) Ilustração de um lago. (B) Ilustração de uma lagoa. (C) Ilustração de um charco	40
Figura 22: Conceito de diferenciação baseado na profundidade de penetração da radiação solar	41

Figura 23: (A) Lago Meixi em Chansgsha, China. (B) Lagoa Solon de Lucena em João Pessoa/PB, Brasil. (C) Lago do Central Parque em Nova Iorque, EUA	41
Figura 24: (A) Poluição na Lagoa da Pampulha/MG. (B) Mortandade de peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas/RJ. (C) Despejo de esgoto na Lagoa dos Patos/RS	45
Figura 25: Os processos atuantes no transporte de sedimentos.....	52
Figura 26: Processos Hidrológicos Terrestre.....	54
Figura 27: Esquema de funcionamento da batimetria em tempo real.....	56
Figura 28: Procedimento inicial para a elaboração de um mapa base preliminar para a BHLM.....	63
Figura 29: Pontos mensurados para obtenção da hidrossedimentologia superficial com destaque para o T6, pois corresponde a única vazão de saída de água da Lagoa Maior.....	64
Figura 30: Processo de escoamento da água na RDLM	65
Figura 31: (A) Molinete hidrométrico FP-102 Global Water. (B) Hélice com o sensor medidor de velocidade de fluxo	66
Figura 32: (A) Técnica de medição em campo utilizando o molinete. (B) Medição de um tubo para escoamento das águas para dentro da Lagoa Maior.....	66
Figura 33: Medição de área dos tubos baseando na variação de nível da água.....	67
Figura 34: (A) Microfiltro de fibra de vidro modelo GF-2 47mm Macherey Nagel. (B) Bomba a vácuo Tecnal TE-058 realizando a filtragem. (C) Microfiltro antes e depois da filtragem.....	67
Figura 35: (A) Estufa para secagem modelo MR. (B) Temperatura padrão de 60°C. (C) Balança de precisão modelo MARTE	68
Figura 36: Metodologia de campo para obtenção da batimetria.....	69
Figura 37: (A) Sonar CUDA 300. (B) GPS Garmin 76CSX. (C) Motor elétrico MINN KOTA Turbo alimentado pela bateria automotiva.....	70
Figura 38: (A) Sensor submerso para captação de dados. (B) Resultado fornecido no visor do sonar. (C) Longitude e latitude sendo captada pelo gps	70
Figura 39: Dados X, Y e Z introduzidos em formato de tabela no software Surfer 11	71
Figura 40: Geração das curvas de níveis utilizando a ferramenta NEW CONTOUR MAP no software Surfer 11.....	72
Figura 41: Geração do modelo digital em três dimensões utilizando a ferramenta NEW 3D SURFACE no software Surfer 11	72
Figura 42: Horiba U-50 e seus sensores geradores de dados.....	74
Figura 43: Mapa com a localização dos pontos amostrais de monitoramento.....	75

Figura 44: Modelo esquematizado para metodologia realizada na Lagoa Maior	78
Figura 45: Procedimentos de coleta e mensuração da água realizada <i>in loco</i>	78
Figura 46: Pluviosidade mensal no período do monitoramento da qualidade físico química da água da Lagoa Maior, Três Lagoas, Abril 2013 a Março 2014	81
Figura 47: Variação do nível da água no período do monitoramento, Abril 2013 a Março 2014.....	82
Figura 48: Quantificação mensal em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior.....	83
Figura 49: Quantificação pontual/anual em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior	83
Figura 50: Quantificação comparativa de entrada, saída e depositada final, em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior	84
Figura 51: Sedimentos industriais (cal) em suspensão na limnologia da Lagoa Maior.....	84
Figura 52: Mapa caracterizando a distribuição da sedimentação na Lagoa Maior em 1 ano.....	85
Figura 53: Mapa batimétrico resultante da batimetria realizada em janeiro de 2015.....	86
Figura 54: Mapa batimétrico e perfis longitudinal e transversais resultantes da batimetria realizada em janeiro de 2015.....	88
Figura 55: Modelo batimétrico resultante da batimetria realizada em janeiro de 2015	89
Figura 56: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do Oxigênio Dissolvido	91
Figura 57: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral da Condutividade Elétrica.....	92
Figura 58: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do potencial Hidrogeniônico.....	93
Figura 59: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral da Turbidez.....	94
Figura 60: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do Potencial de Oxidação e Redução.....	95
Figura 61: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral de Totais de Sólidos Dissolvidos	96
Figura 62: Variáveis mensais e pontuais da temperatura do ar no período das coletas...	97
Figura 63: Variáveis mensais e pontuais da temperatura da água no período das coletas	97

Figura 64: Mapa caracterizando a qualidade das águas superficiais com base ao CONAMA na Lagoa Maior em 1 ano	100
Figura 65: Resíduos domésticos escoando ao ar livre em direção a Lagoa Maior	100
Figura 66: Solo danificado por pisoteio de animais em especial capivaras	101
Figura 67: Espuma consequente da decomposição bacteriológica da carga orgânica.....	102
Figura 68: Mortandade de peixes presenciada no Ponto 3, entrada da Lagoa do Meio	102
Figura 69: Sistema de comportas indicado para o controle de vazão na Lagoa Maior...	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Animais Identificados na Lagoa Maior de Três Lagoas/MS, em 2011	34
Quadro 02: Listagem das principais macrófitas aquáticas aferidas na Lagoa Maior, Três Lagoas/MS, em 2011.....	35
Quadro 03: Redes de monitoramento de água doce	44
Quadro 04: Métodos para medição de sedimentos sólidos em suspensão	54
Quadro 05: Parâmetros utilizados para a qualidade físico químico das águas superficiais da RDLM.....	73
Quadro 06: Localização e caracterização dos pontos de amostragem	75
Quadro 07: Dados temporais aplicados ao período de coletas	77
Quadro 08: Limites dos parâmetros analisados para enquadramento nas classes das águas doces no Brasil.....	79
Quadro 09: Principais Classes de Limitações de Uso das Águas Doces no Brasil	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Cores estipuladas por classe	80
Tabela 02: Atributos aferidos na Lagoa Maior.....	81
Tabela 03: Parâmetros Mensurados de Oxigênio Dissolvido nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.....	90
Tabela 04: Parâmetros Mensurados de Condutividade Elétrica nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.....	91
Tabela 05: Parâmetros Mensurados de Potencial Hidrogeniônico nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.....	92
Tabela 06: Parâmetros Mensurados de Turbidez nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014	93
Tabela 07: Parâmetros Mensurados de Potencial de Oxidação e Redução nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014	94
Tabela 08: Parâmetros Mensurados de Totais de Sólidos Dissolvidos nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014	95
Tabela 09: Parâmetros Mensurados de Salinidade nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014	96
Tabela 10: Enquadramento das águas superficiais das caixas de retenção no entorno da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.....	98
Tabela 11: Enquadramento das águas superficiais do interior da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.....	98
Tabela 12: Enquadramento das águas superficiais geral da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.....	99

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
-------------------------	-----------

CAPÍTULO 1

1. ÁREA DE ESTUDO	21
1.1. Localização.....	21
1.2. Caracterização Histórica.....	22
1.3. Contexto Geoambiental	25
1.4. Contexto Social	35

CAPÍTULO 2

2. REFERENCIAL DA TEORIA.....	38
2.1. Sistemas Hidrológicos	38
2.1.1. Sistemas Hidrológicos Lênticos.....	40
2.1.2. Corpos Lênticos Urbanos	41
2.2. Qualidade das Águas	42
2.2.1. Conceitos e Noções Gerais.....	42
2.2.2. Qualidade das Águas em Sistemas Lênticos	45
2.2.3. Parâmetros Quantitativos e Qualitativos	47
2.3. Sedimentação de Sistemas Hidrológicos	51
2.3.1. Transporte de Sedimentos em Suspensão	53
2.3.2. Vazão de Sistemas Lênticos: Lacustres Urbanos	55
2.4. Batimetria	55
2.4.1. Batimetria Automatizada	55
2.5. Legislação Ambiental.....	57
2.5.1. CONAMA.....	59
2.5.2. Área de Preservação Permanente – APP	60
2.5.3. Plano Diretor	61

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMENTOS E MATERIAIS METODOLOGICOS.....	63
3.1. Elaboração do Mapa Base da RDLM	63
3.2. Hidrossedimentologia Superficial da RDLM	64
3.2.1. Seleção dos pontos de Amostragem.....	64

3.2.2. Velocidade de Fluxo e Área de Vazão da RDLM	65
3.2.3. Amostragem do Transporte de Sedimentos em Suspensão da RDLM	67
3.2.4. O Cálculo de Transporte Total de Sedimentos em Suspensão da RDLM	68
3.3. Procedimentos Batimétricos na Lagoa Maior	69
3.3.1. Metodologia Operacional de Campo	69
3.3.2. Metodologia Operacional de Laboratório	71
3.4. Qualidade Físico Químico da RDLM	73
3.4.1. Parâmetros Físicos Químicos de Qualidade das Águas da RDLM	73
3.4.2. Amostragem da Qualidade Físico Químico da RDLM	73
3.4.2.1. Seleção dos pontos de Amostragem	74
3.4.2.2. Metodologia Operacional de Campo	77
3.4.3. Qualificação e Enquadramento da Qualidade das Águas da RDLM, Segundo Resoluções CONAMA	78
3.5. Redação da Dissertação	80

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.1. A Rede de Drenagem da Lagoa Maior, Três Lagoas/MS	81
4.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da RDLM	82
4.3. Levantamento Batimétrico da Lagoa Maior	85
4.3.1. Mapa Batimétrico	85
4.3.2. Modelo Digital	87
4.4. Qualidade Físico-Químico da RDLM	90
4.4.1. Enquadramento das Águas Superficiais da RDLM	97
4.5. Consequências	101

CAPÍTULO 5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
5.1. Sugestões Técnicas	103

BIBLIOGRAFIA	106
---------------------------	------------

ANEXOS	113
---------------------	------------

INTRODUÇÃO

A água está se tornando um dos elementos mais importantes do planeta Terra, constituindo um bem essencial a todo ser vivo. Estima-se que 96,54% da água existente no mundo esteja localizada no mar, há também muitos lagos salgados e presume-se que grande parte das águas subterrâneas também sejam salgadas. No geral, podemos dizer que 97% da água que se encontra no planeta é salgada. Entre os 3% do volume restante de acordo com a ANA (2012) se distribui em:

- 29,7% aquíferos;
- 68,9% calotas polares;
- 0,5% rios e lagos;
- 0,9% outros reservatórios (nuvens, vapor-d' água, etc.).

Aliado a escassez de água doce vem as questões de poluição hídrica, principalmente em centros urbanos, tornando um problema público que afeta o meio ambiente e a população, seja no lazer, pesca, saúde e qualidade de vida. Muitas doenças derivam dessa poluição como cóleras, leptospirose, verminoses, entre outras.

Tucci (2003) considera quatro agentes impactantes sobre a qualidade da água: 1) A poluição existente no ar que se precipita junto com a água; 2) As lavagens da superfície urbana contaminada por componentes orgânicos e metais; 3) Os resíduos sólidos (popularmente interpretado como lixo urbano) carregados pelo aumento da vazão, consequência da velocidade da água depositados ou transportados pela drenagem; 4) E o esgoto cloacal que não é recolhido e escoado por meio da drenagem. O autor salienta que a carga de contaminação dos três primeiros pode ser superior a carga resultante do esgoto sem tratamento, e deve-se considerar que 90% da carga do escoamento pluvial ocorre na fase inicial da precipitação, os primeiros 25mm.

Partindo dessa real situação faz-se a necessidade de planejar o aperfeiçoamento da gestão das águas imposta pela complexidade decorrente do desenvolvimento econômico, do aumento populacional, da expansão da agricultura, das pressões locais, da urbanização, das mudanças tecnológicas e das necessidades e demandas ambientais e sociais, em meio as incertezas do futuro sobre quando, como, onde e com que intensidade ocorrerão tais demandas.

O Planejamento e a poluição antrópica serviram de base para confecção de um estudo, englobando um sistema hidrológico lântico urbano, que ano a ano vem sofrendo com ações antropogênicas destrutivas, a Lagoa Maior localizada na cidade de Três Lagoas no Estado de Mato Grosso do Sul - Brasil.

Justificativa

O início da ocupação da região, por volta de 1880, às três lagoas tinham papel importante para o abastecimento do primeiro povoado que deu origem ao município. Até a década de 1930 a Lagoa Maior foi um balneário rodeado por jardins, com águas limpas que eram usadas para abastecimento municipal, banho, pesca e navegação recreativa.

Atualmente com o crescimento municipal, ela está inserida na área central da cidade e corresponde ao segundo ponto topograficamente mais baixo no perímetro urbano. O entorno da Lagoa é ocupado por áreas de recreações como pista de caminhada, academias ao ar livre, campos de futebol, pista de skate, quadras de vôlei, e entre outras. Há também aos arredores vários comércios, em especial bares e restaurantes, algumas residências de alto padrão pelo fato da região ser economicamente bem valorizada, tornando o local mais frequentado pela população na cidade.

A base histórica do lugar e a importância que se tem hoje em dia faz em suma necessidade o estudo realizado sobre a atual situação da Lagoa Maior. E, o vínculo do autor com a Lagoa Maior também incidiu a busca da realização desse trabalho.

Objetivos

Os objetivos principais, de uma maneira geral, são avaliar a implicação da ocupação urbana na qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior, delimitando posteriormente enquadramento e limitações do meio, e quantificar a porção de sedimentos superficiais que adentram as águas, juntamente com um levantamento batimétrico. Todo esse processo tendo base o período de um ano, de abril de 2013 a março de 2014.

Para atingir com eficiência os resultados das alterações antrópicas se faz como objetivos específicos:

- ✓ Ilustrar as características físicas, históricas e sociais que circundam e pertencem a toda rede de drenagem da Lagoa Maior.
- ✓ Monitorar, classificar, enquadrar e limitar mensalmente no período de um ano a qualidade das águas superficiais de acordo ao CONAMA.
- ✓ Quantificar no período de um ano a entrada e saída de sedimentos superficiais presentes na rede de drenagem da Lagoa Maior.
- ✓ Produzir um levantamento batimétrico que possa servir de base para mostrar a evolução do assoreamento encontrado na Lagoa Maior.

- ✓ Apresentar consequências ambientais que a má qualidade das águas e o assoreamento afetam ao local.
- ✓ Subsidiar ações e/ou novos estudos que vissem a sustentabilidade ambiental da Lagoa Maior, transformando em ações mitigadoras de melhorias visando qualidade de vida aos seus frequentadores.

Estruturação do Trabalho

O trabalho está estruturado em introdução, 4 capítulos e conclusão, seguindo um padrão formal de organização para trabalhos científicos acadêmicos. A formatação baseia-se nas normas estabelecidas pela ABNT.

O capítulo 1 apresenta a área de estudo dando ênfase a sua localização, caracterizando os aspectos geoambiental (clima, hidrografia, pluviosidade, vegetação, fauna e flora) e a parte social que se implantou na rede de drenagem em pesquisa, com destaque para a Lagoa Maior.

O capítulo 2 apresenta um referencial teórico esclarecendo todos os aspectos que serão abordados na pesquisa. Mostrando através de vários autores a real teoria que auxilia no desenvolvimento de um trabalho acadêmico.

O capítulo 3 explica passo-a-passo os procedimentos e materiais metodológicos, mostrando todo o trabalho feito em campo, durante um ano, e em gabinete, durante dois anos.

O capítulo 4 expõe os resultados que foram obtidos durante toda a pesquisa e, juntamente, faz uma breve discussão sobre cada resultado. Nesse capítulo buscou-se expor várias ilustrações para a facilitação de um leigo compreender o assunto de interesse.

As considerações finais, por fim, vêm de uma maneira mais complexa apresentar além de uma conclusão, consequências que possíveis problemas podem causar e sugestões técnicas do pesquisador.

O método adotado na pesquisa para compreender a dinâmica do funcionamento do sistema maior e as relações que configuram a funcionalidade do ambiente e o processo de ocupação do território, formou a seguinte hierarquização sistêmica, Figura 01:

△ SISTEMA: Bacia Hidrográfica do Rio Paraná - BHRP

△ SUBSISTEMA: Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça - BHCO

△ PARTE COMPONENTE: Rede de Drenagem da Lagoa Maior – RDLM

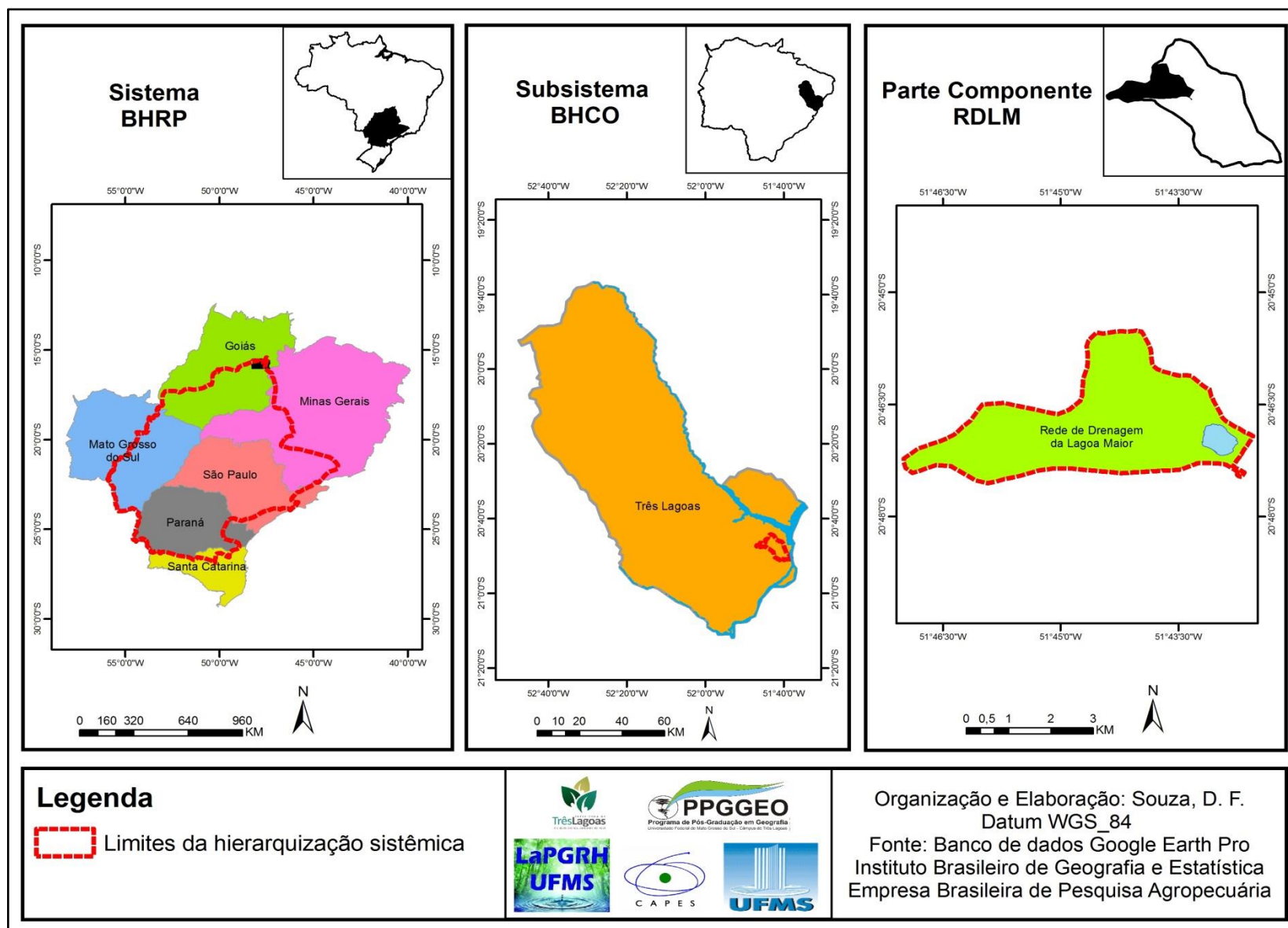


Figura 01: Hierarquização sistêmica adotada para compreensão das relações maiores inserida a Lagoa Maior.

CAPÍTULO 1

1. ÁREA DE ESTUDO

1.1. Localização

O município de Três Lagoas está localizado ao leste, no Estado de Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas geográficas $51^{\circ} 30' 12''$ e $52^{\circ} 30' 00''$ de longitude oeste, e $19^{\circ} 30' 00''$ e $21^{\circ} 05' 27''$ de latitude sul, com uma área de unidade territorial de 10.206km². O núcleo urbano está localizado na porção leste do município, sob as coordenadas geográficas $51^{\circ} 30' 14''$ e $51^{\circ} 41' 55''$ de longitude oeste, e $21^{\circ} 00' 15''$ e $21^{\circ} 09' 27''$ de latitude sul (MOREIRA, 2006), Figura 02.

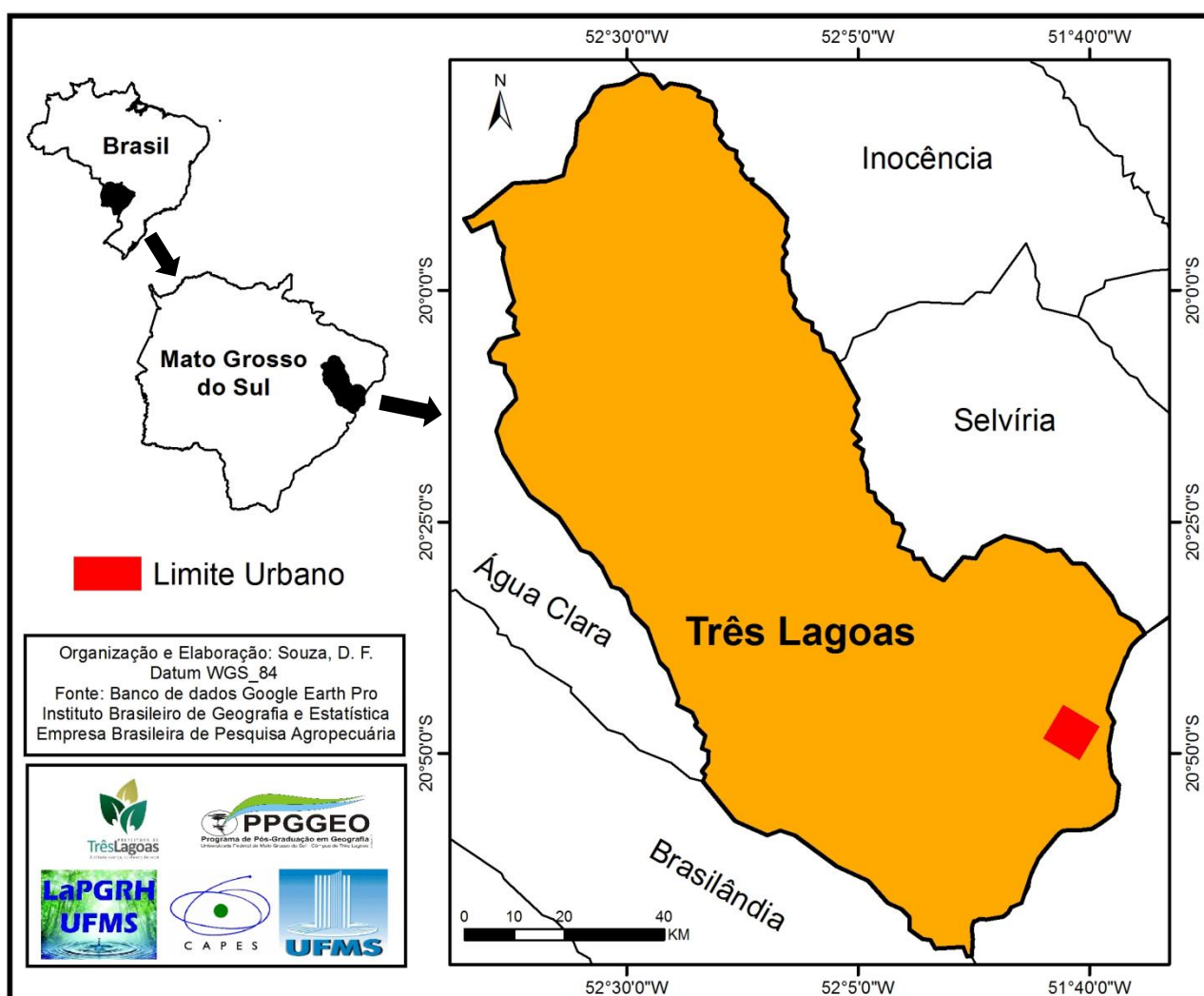


Figura 02: Mapa de localização do município de Três Lagoas/MS.

Dentro do município de Três Lagoas está a área de estudo, corresponde ao principal referencial urbano do município, a Lagoa Maior em sua Bacia Hidrográfica

(BHLM). A Lagoa faz parte do complexo lacustre, Lagoa Menor, Lagoa do Meio e Lagoa Maior, sendo todas pertencentes à bacia do Córrego da Onça, Figura 02. A Lagoa Maior possui ligação direta com saída para o córrego, porém as outras duas lagoas têm seus fluxos destinados ao Córrego Jardim Brasília, um afluente do Onça.

A RDLM está em seu alto curso locada em parte de zona rural com misto de urbano. O médio curso abrange uma zona periférica da cidade, englobando o recém-inaugurado bairro Conjunto Habitacional Bela Vista e parte do bairro Santa Luzia. Já em seu baixo curso está o restante do Santa Luzia, todo o bairro Bela Vista e a Lagoa Maior com sua orla que limita-se ao norte pela rua Rui Amadeu Falco (transformando em seu percurso para leste na rua Bom Jesus da Lapa), ao sul pelo aterro ferroviário e a leste marcando o limite da RDLM pela avenida Filinto Muller.

A Lagoa Maior é compreendida sob coordenadas $51^{\circ} 43' 12.34''$ e $51^{\circ} 42' 44.31''$ de longitude oeste, e $20^{\circ} 46' 45.82''$ e $20^{\circ} 47' 11.10''$ de latitude sul. Corresponde ao segundo ponto topograficamente menos elevado do perímetro urbano com uma altitude de 315m acima do nível marítimo. A área da lâmina de água é aproximadamente de 413.550m² (488.000m² com a orla) e a rede de drenagem possui 14km², Figura 03.



Figura 03: Vista aérea do Complexo Lacustre e pequeno trecho do Rio Paraná, Três Lagoas/MS.

Fonte: Três Lagoas (2013).

1.2. Caracterização Histórica

História do Município

A história de Três Lagoas começou em 1829 com a entrada do sertanista Joaquim Francisco Lopes. Explorações completas foram realizadas na região entre 1830 e 1836. A Guerra do Paraguai fez com que os exploradores recuassem após avançarem o Rio Pardo, no rumo da Vila de Vacaria e do Rio Brilhante. O fim do combate os trouxe de volta a Vila Vacaria (TRÊS LAGOAS, 2013).

No ano de 1888 o Capitão Joaquim Ribeiro da Silva Peixoto comandava a guarnição de Itapura, composta por 40 homens escolhidos. Um deles, João Elias, iniciou uma investida na Barra do rio Sucuriú, acima da corredeira do Jupiaá. Mais tarde Elias convenceu Protázio Garcia Leal a estabelecer comércio em Itapura. Já em 1889, o comércio de sal e mercadorias via rio Tietê o fez “descobrir” as três lagoas. Naquela época a venda dos produtos já atraía posseiros e criadores de gado à região. A posse da Fazenda das Alagoas foi então dada a Antônio Trajano dos Santos que se estabeleceu próximo a maior das três lagoas (TRÊS LAGOAS, 2013).

A República contribuiu para que diversas pessoas se estabelecessem às margens dos rios que banham a região, como Sucuriú, Rio Verde, Rio Pardo e Rio Paraná. Anos depois o Governo do Estado doar 3.600 hectares de terra, anexados à Fazenda das Alagoas e o povoado recebe o nome de “Vila de Três Lagoas”. Em 1915 o território é separado política e administrativamente de Santana de Paranaíba, atual município de Paranaíba, e surge a cidade de Três Lagoas, Figura 04 (TRÊS LAGOAS, 2013).



Figura 04: (A) Festividades nas proximidades do Relógio Central de 7 de Setembro em 1959. (B) Cidade de Três Lagoas com a Lagoa Maior ao fundo em 1919.

Fonte: Três Lagoas (2013).

História da Lagoa Maior

A partir do início da ocupação da região, por volta de 1880, as três lagoas tinham papel importante para o abastecimento do primeiro povoado que deu origem ao

município. Na década de 1930 a Lagoa Maior era um balneário rodeado por jardins, com águas limpas que eram usadas para banho, pesca e navegação recreativa como pode ser visto na Figura 05. Em seu interior chegou a existir quiosques, ao qual se chegava por uma passarela de madeira, também usado para banhos, concursos de natação e passeios a barco. Com o crescimento da cidade a Lagoa Maior começou a sofrer as consequências naturais das ações antrópicas (ARANHA-SILVA, 1999).



Figura 05: (A) Bancada para lazeres na Lagoa na década de 30. (B) Passarela em festividades sobre a Lagoa em 1939.

Fonte: Três Lagoas (2013).

Em 1961 a Lagoa Maior ainda era utilizada como balneário e suas águas eram consideradas límpidas, tendo inclusive suas águas destinadas para o abastecimento da cidade, pois o “pó de mico” ainda desconhecido estava depositado em seu leito. Com a construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias (Jupiá), na década de 60, o material fino/argiloso do fundo foi retirado pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), a pozolana, promovendo a interação até então depositada com as águas superficiais, alterando drasticamente a balneabilidade (LORENZ-SILVA, 2004).

Aos poucos essa argila esbranquiçada, concentrada em especial nas águas da Lagoa Maior e Lagoa do Meio, atrai as instalações de diversas olarias em seu entorno nas décadas de 70 e 80. Existiam ao redor das lagoas 35 olarias artesanais, que abasteciam o município com tijolos (ORNELAS, 2005).

No final dos anos 90 foi verificada a presença do espongilito, uma rocha sedimentar biogênica encontrada no leito das lagoas Maior e do Meio, uma camada de matéria pozolanica com até 2 metros de espessura no centro das lagoas (LORENZ-SILVA, 2004).

Em outubro de 1999 houve um processo de drenagem e a Lagoa Maior teve uma parte da quantidade de substrato e vegetação removidos. Ao ser feito esse trabalho de remoção de sedimentos foram constatados problemas de saúde com os trabalhadores, como inchaço nas pernas e alergia, atribuídas ao contato com a água e os sedimentos da

lagoa (LORENZ-SILVA, 2004). Demonstrando que o pó de mico provoca além de coceiras, em alguns casos, forte quadro alérgico.

Para amenizar tal problema, bem como para promover o desassoreamento da Lagoa Maior, no início dos anos 2000 foi então iniciado o bombeamento de água da Lagoa do Meio para a Maior (ORNELAS, 2005).

1.3. Contexto Geoambiental

Clima

O município de Três Lagoas inclui na zona climática designada pela letra A, sendo seu tipo climático o Aw, de acordo com a classificação de Koppen. O tipo Aw caracteriza-se como um clima tropical quente e úmido. A temperatura média local é de 26°C. Possuindo estação chuvosa no verão e seca no inverno, Figura 06 (INMET, 2013).

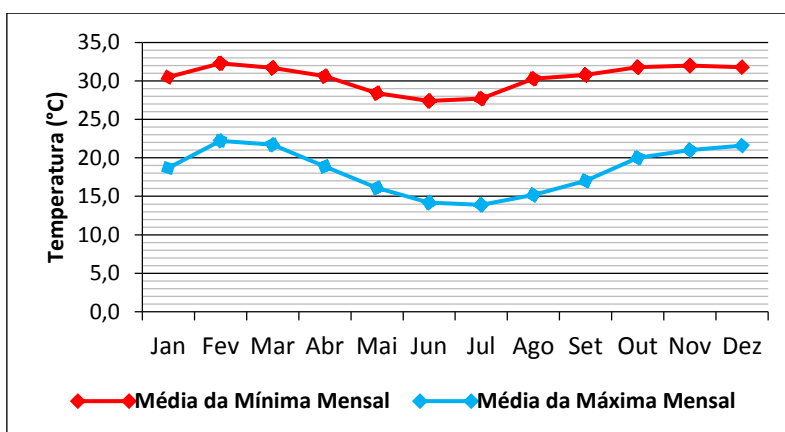


Figura 06: Normais mensais de temperatura da cidade de Três Lagoas/MS, no período de 1961-1990.

Fonte: Inmet (1992).

Devido a sua posição, Três Lagoas recebe massas de ar vindas do sul, do leste e do oeste continental. Possui também peculiaridades quanto ao seu clima, que é diferente do centro de Mato Grosso do Sul e do oeste paulista, o motivo se dá pela proximidade do município (principalmente a parte urbana) com grandes cursos e reservatórios de água e a baixa altitude comparada aos locais citados.

Pluviosidade

As precipitações em áreas de influência direta do tipo Aw estão compreendidas entre 900mm e 1.400mm. A seguir, a Figura 07, apresenta as normais pluviométricas mensais de 1983 a 2012 no município de Três Lagoas/MS.

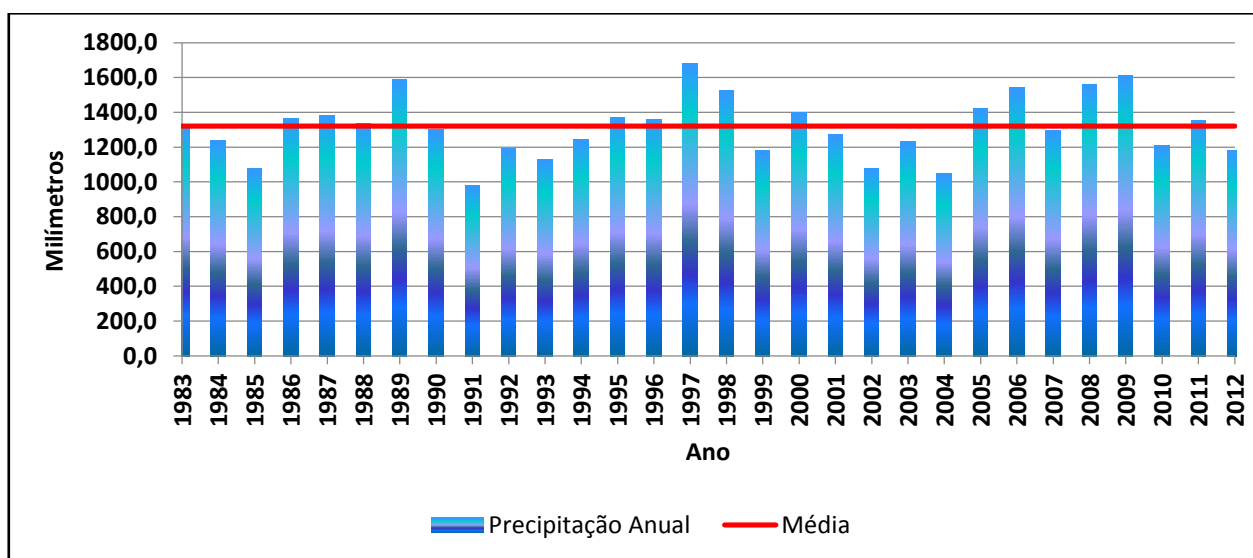


Figura 07: Variação pluviométricas anual de 1983-2012.

Fonte: Fibria (2013).

O trimestre de maior precipitação ocorre no fim da primavera e ao longo do verão, janeiro sendo o mês de maior precipitação, com tempestades de verão sempre migratórias do sul. A chuva é abundante e na maioria das vezes, acontece nos fins das tardes limpando o céu ainda no crepúsculo do dia, classificadas como chuvas convectivas. A média pluviométrica é de aproximadamente 100mm mensais entre outubro e março. Já em março, as chuvas começam a diminuir (FIBRIA, 2013).

No inverno, há poucas chuvas durante três meses, do início de junho ao fim de agosto, variando até meados de setembro. Entre julho e setembro, existe um déficit anual aproximado a 30mm, mas a água permanece no solo durante a maior parte da estiagem em cursos superficiais (rios, córregos, ribeirões perenes e/ou lagoas) e no subsolo em aquíferos. A Figura 08 ilustra o balanço hídrico pluviométrico obtido com as normais.

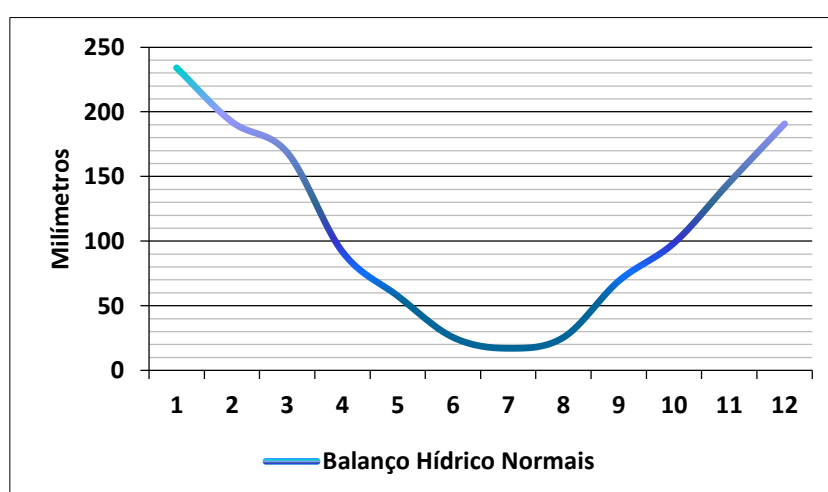


Figura 08: Balanço hídrico pluvial de Três Lagoas, no período de 1983-2012.

Fonte: Fibria (2013).

O regime chuvoso, no entanto, ainda não se modificou visivelmente ao longo de 30 anos observado nas normais climatológicas, Figura 09, no período de 1961-1990.

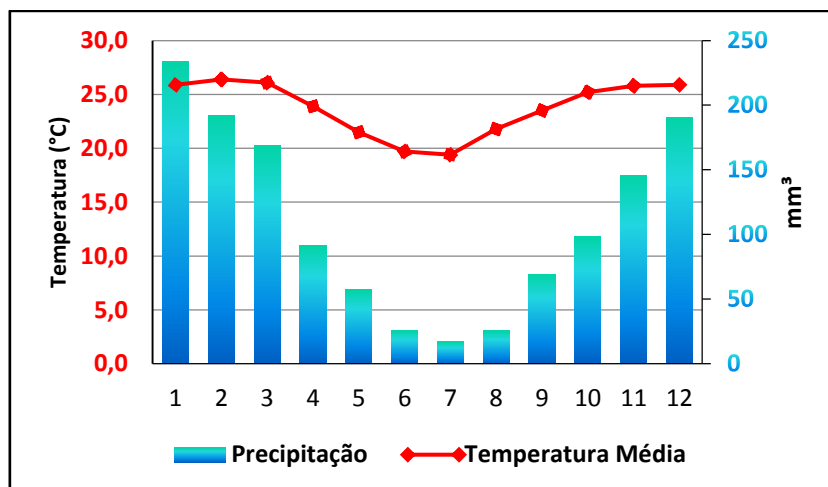


Figura 09: Normais climatológicas de Três Lagoas, no período de 1961-1990.

Fonte: Inmet (1992); Fibria (2013).

Hidrografia

O município de Três Lagoas tem em sua principal rede de drenagem superficial a BHRP, possuindo aproximadamente 700.000km² em toda sua abrangência (Brasil, Paraguai e Argentina) e corresponde a quinta maior bacia hidrográfica do mundo. A rede hidrográfica três-lagoense ainda tem dois cursos hídricos importantes, o Rio Sucuriú e o Rio Verde, ambos afluentes do Rio Paraná. Completam a hidrografia superficial alguns dos principais córregos: Azul, Boa Vista, Cervo, Estiva, Jacaré, Lajeado, Moeda, Onça, Pontal, Porto, Pratinha, Taboca e Urutu, além de vários ribeirões.

De acordo com Carvalho (2010) o perímetro urbano do município encontra-se locado em uma única bacia hidrográfica, a do Córrego da Onça. A BHCO é formada pelo Córrego da Onça, o Córrego Jardim Brasília e o complexo lacustre. O sistema de drenagem da Lagoa Maior tem suas águas drenadas naturalmente para o Córrego da Onça, Figura 10, já a Lagoa do Meio e a Lagoa Menor têm o escoamento direcionado para o Córrego Jardim Brasília. Neste contexto, esses corpos naturais recebem quase todo o aporte do sistema de drenagem urbano que se unem ao Rio Paraná, integrando a grande Bacia do Rio Paraná, Figura 10 e 11.

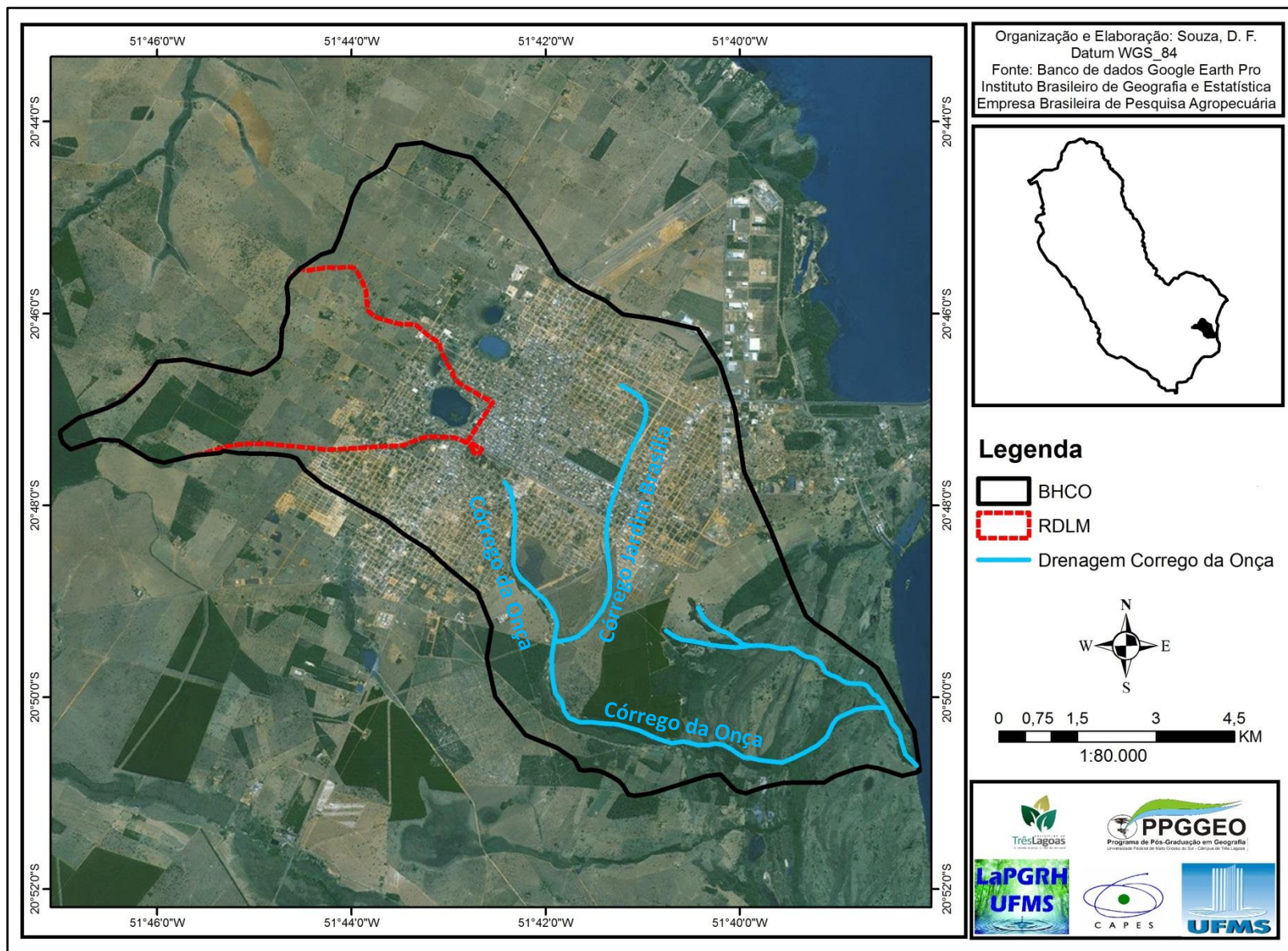


Figura 10: Mapa da drenagem superficial da BHCO e RDLM.



Figura 11: Sistema de drenagem das tubulações presente nas lagoas.

Fonte: adaptado de Três Lagoas (2013).

A rede de drenagem subterrânea do município está situada sobre o segundo maior lago subterrâneo do planeta, o Sistema Aquífero Guarani. Assim como com os rios subterrâneos, a água do Aquífero Guarani facilmente vem à tona em escavações, partindo de 20m a 100m de profundidade. É do aquífero a água do Ribeirão Palmito, naturalmente muito quente, mas não muito apropriada para consumo.

Topografia

Uma das características de Três Lagoas é a pouca variação de amplitude, principalmente no perímetro urbano. A topografia do município varia com altitudes de 260 a 518 metros de altitude. A BHCO está locada na parte “baixa” do município com variação de 438m a 261m. A RDLM está locada na parte “alta” da BHCO, Figura 12, tendo como divisores de água a serrinha a oeste; Rua Amadeu Falco ao norte; Avenida Filinto Muller ao leste; E o aterro do trilho do trem ao sul.

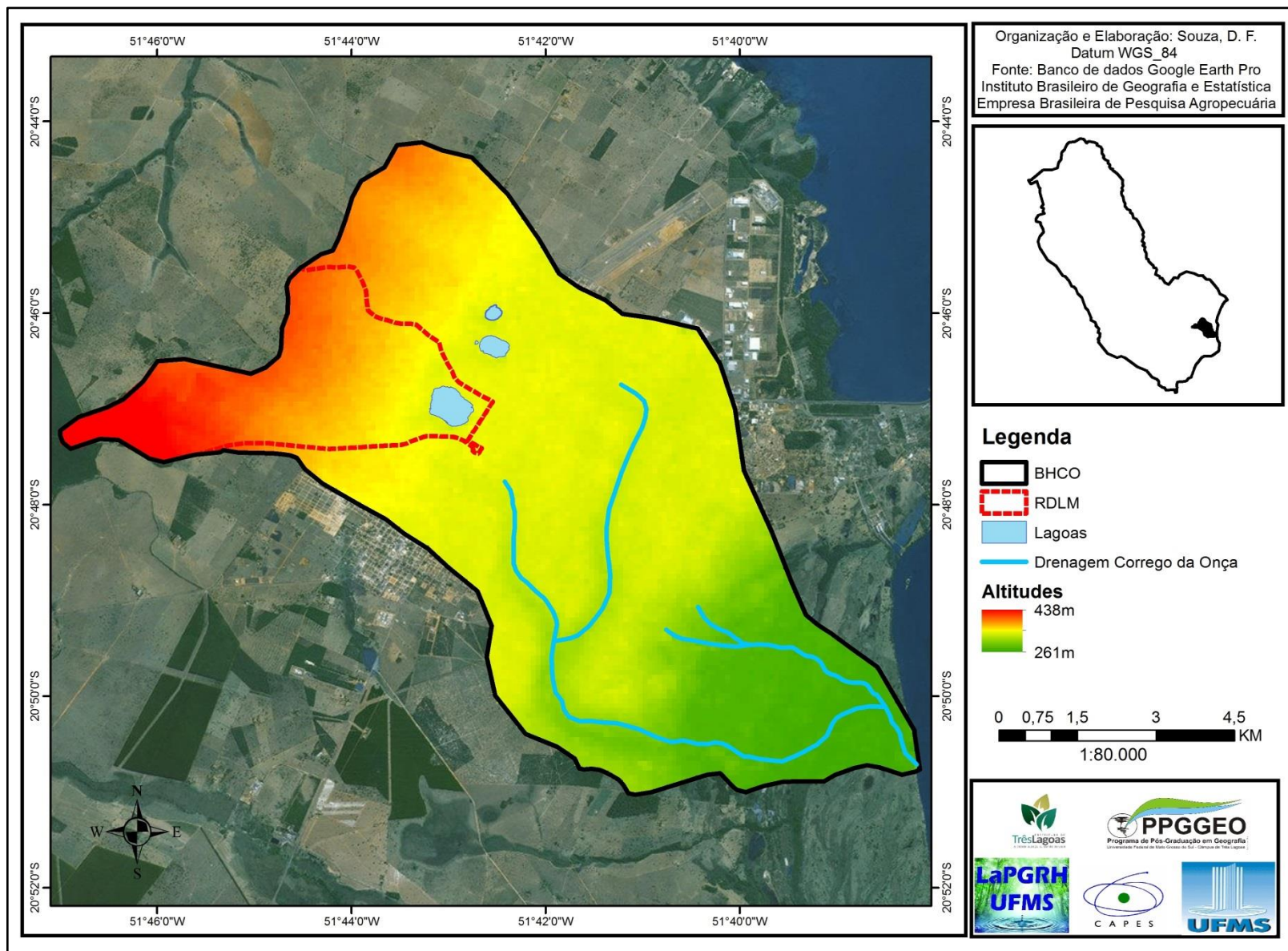


Figura 12: Mapa da topografia presente na BHCO e RDLM.

A geologia regional que engloba a Lagoa Maior é constituída por arenitos de composições variadas, que se depositaram na Bacia do Paraná, possivelmente durante a fase de formação da superfície de aplanamento sul americana (INTERNATIONAL PAPER, 2006). Toda a estrutura geológica que compõe a região, como pode ser vista na Figura 13, é formada por Sedimentos Colúvio Aluvionares e Formações Geológicas Marília, Adamantina, Santo Anastácio, Serra Geral e Botucatu.

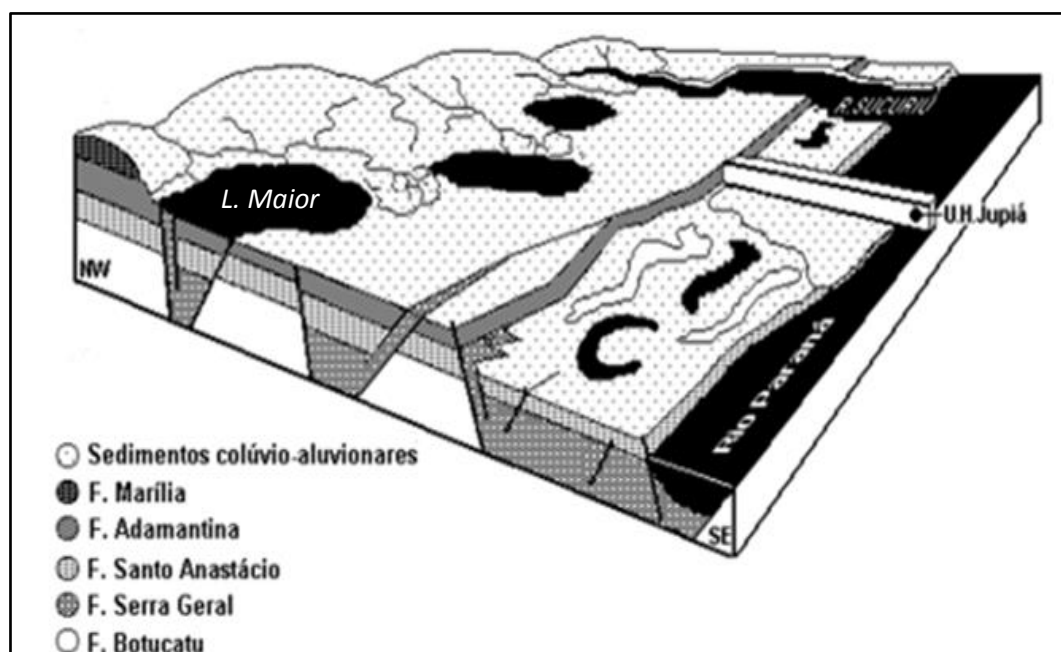


Figura 13: Contexto geomorfológico atual da região urbanizada de Três Lagoas/MS.

Fonte: Lorenz-Silva (2002).

Os Sedimentos Colúvio Aluvionares originou sua deposição provavelmente no Terciário, e os processos responsáveis por sua gênese perduraram por todo Quaternário, podendo ser constatados até os dias atuais. As fácies proximais envolvem cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes. O acúmulo de material detrítico originou rampas de colúvio, onde é predominante o material fino, e depósitos de tálus, onde é predominante o material grosseiro. São materiais que sofreram transporte por gravidade, por movimentos de massa do tipo rastejo ou escorregamentos (CPRM, 2014).

A Formação Marília, pertencente ao Grupo Bauru, ocorre exclusivamente em superfície e tem área de exposição restrita à porção noroeste e mais elevada da região. A Formação Marília sobrepõe-se à Formação Adamantina através de contato abrupto, seu limite superior é marcado pela superfície topográfica atual (PAULA e SILVA *et. al.*, 2003).

A Formação Adamantina aflora de modo generalizado em praticamente toda a área de ocorrência do Grupo Bauru na região, estando recoberta apenas parcialmente pela Formação Marília na região noroeste do município. O contato inferior da Formação Adamantina é discordante com os basaltos da Formação Serra Geral e com a Formação Santo Anastácio.

A Formação Santo Anastácio, também pertencente ao Grupo Bauru, em superfície aflora nas partes menos elevadas do município, nas proximidades do Rio Paraná. Em subsuperfície está sobreposta a Formação Serra Geral marcando o fim da geologia do Grupo Bauru na região.

A Formação Serra Geral foi datada como anterior ao Grupo Bauru, é rica em sua litologia com basalto. Aflora na região de Três Lagoas em remotos lugares, sendo a base geológica principal do Rio Paraná.

A Formação Botucatu possui a datação mais antiga de todas as formações encontradas na região, composta principalmente por arenito, não possui afloramento na região. Caracterizado apenas como a base da formação geológica da região e enfatizando que no passado a região foi um deserto.

Pedologia

Os solos encontrados no município de Três Lagoas são em maioria Latossolos Vermelho com diversas variações, mas todos oriundos de relevos planos. Outros tipos de solos também estão presentes consideravelmente na região como as Areias Quartzosas e os Planossolos. Existem ainda outros tipos de solos em pequenas porções.

A BHCO está locada sobre quatro tipos de solos, a maior parte duas variações do Latossolo Vermelho-Escuro álico muito similar (LEa22 e LEa9), um pequena porção em Podzólico Vermelho-Amarelo e por fim o Alissolo Crômico nas bordas com o Rio Paraná. Todos com características de relevo plano ou suavemente ondulado.

A RDLM tem na sua maior parte em área rural a presença de Latossolo Vermelho-Escuro em duas classificações. Já o perímetro urbano está contido com Podzólico Vermelho-Amarelo, que engloba toda a porção da Lagoa Maior. Este solo encontrado na área urbana tem como característica ser altamente poroso é um empecilho às grandes construções, pois não oferece sustentação suficiente a pesadas estruturas. Este é um dos motivos para os poucos prédios que se encontram na orla da lagoa e cidade três-lagoense, Figura 14 e Anexo1.

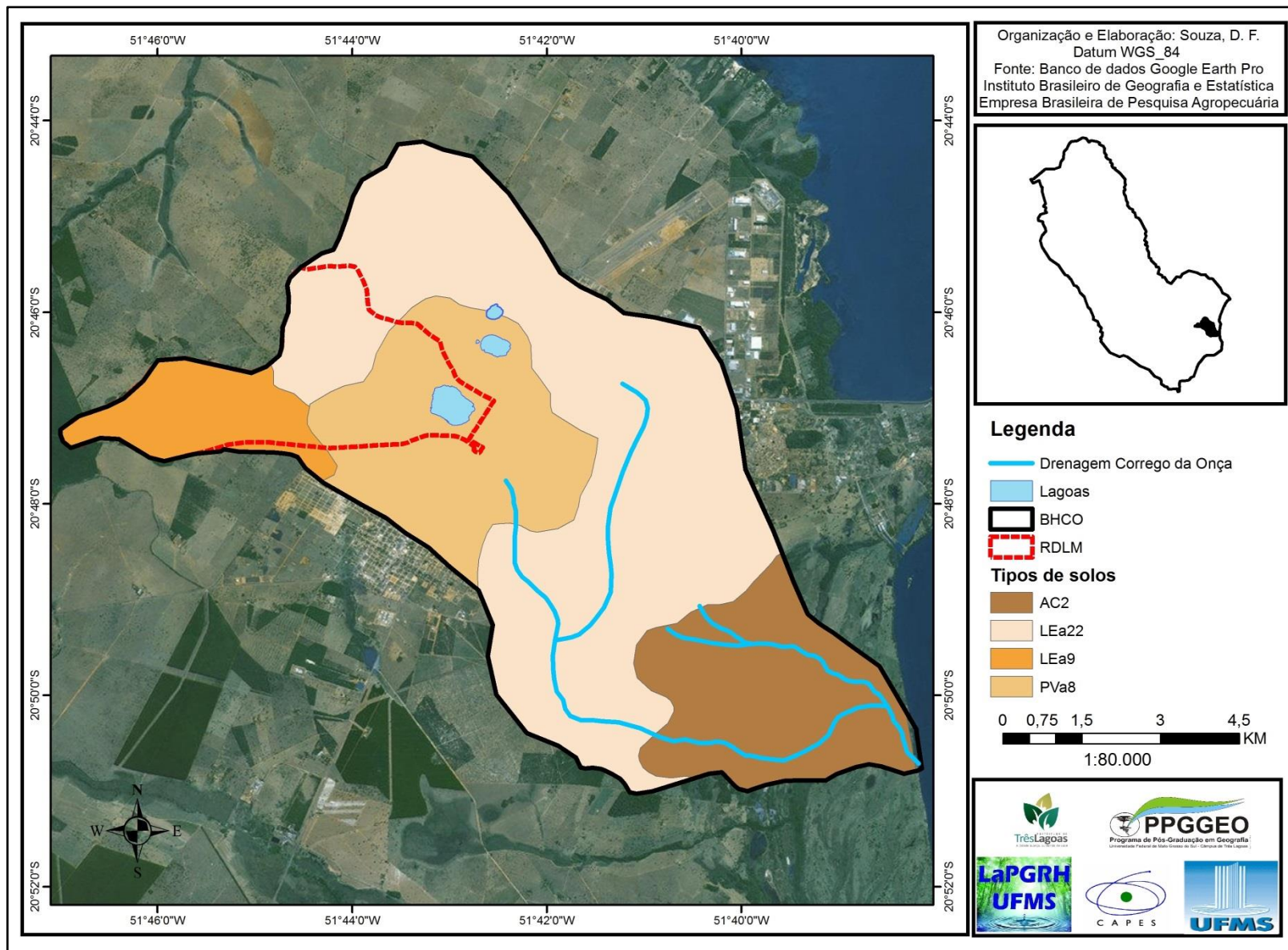


Figura 14: Mapa da pedologia na BHCO e RDLM.

Fauna

A fauna presente na região é a típica do cerrado. Bioma esse que é moradia de grandes mamíferos, aves, répteis, peixes e invertebrados. Com desenvolvimento antrópico ocorrido na região acarretou na extinção de algumas espécies e ameaça de várias outras.

Em recente estudo realizado na Lagoa Maior por Vilela. *et. al.* (2011) foi verificada a presença de inúmeras espécies nativas e exóticas da região encontradas na Lagoa Maior (Quadro 01).

Quadro 01: Animais Identificados na Lagoa Maior de Três Lagoas/MS, em 2011.

Grupo	Quantidade de Espécie	Principais Ocorrências
Peixes	13	Barrigudinho, Lambari, Piranha e Tucunaré
Répteis	3	Cobra, Cagado e Jacaré
Aves	16 Nativas e 57 Exóticas	Pato, Ganso, Marreco, Garça e Biguás
Mamíferos	2	Capivara e Morcego

Fonte: Vilela *et. al.* (2011).

De fato a variação da presença de animais chama a atenção na Lagoa Maior. A liberdade, a proximidade e a regularidade em ver os animais deslumbram e alertam qualquer frequentador ou visitante de passagem na orla, como pode ser visto na Figura 15.



Figura 15: Diversificação de animais presenciados na orla da Lagoa Maior.

Fonte: Do autor (2014).

Flora

A flora na região se enquadra no mesmo conceito da fauna é característico do

cerrado. A vegetação são gramíneas, arbustos e árvores esparsas. As árvores têm caules retorcidos e raízes longas, que permitem a absorção da água no solo em períodos secos. A região, assim com todo o cerrado, também sofreu alterações em sua paisagem primária pela atividade humana com construções de estradas, cidades e plantio de monocultura.

A Lagoa Maior tem em sua vegetação uma riqueza de variedade ainda preservada. De acordo com Vilela *et. al.* (2011), em um estudo preliminar, foram identificadas 42 espécies de macrófitas aquáticas distribuídas em 26 famílias botânicas, Quadro 02.

Quadro 02: Listagem das principais macrófitas aquáticas aferidas na Lagoa Maior, Três Lagoas/MS, em 2011.

Espécie	Nome Popular
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba
<i>Cyperus digitatus</i>	Tiririca-do-brejo
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	Chapéu-de-couro
<i>Eichhornia crassipes</i>	Aguapé
<i>Fuirena umbellata</i>	Capim-navalha
<i>Lindernia rotundifolia</i>	Caiobá
<i>Panicum laxum</i>	Grama
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	Samambaia

Fonte: Vilela *et. al.* (2011).

A vegetação terrestre encontrada na área marginal abriga uma grande variedade de espécies arbóreas, com destaque para o Ingá, o Jacarandá Mimoso, Angico-Branco. Além de exóticas como a Paineira-Vermelha (PINHEIRO *et. al.*, 2009 *apud* VILELA *et. al.*, 2011). Lamentavelmente, várias árvores foram ao chão em um vendaval ocorrido em setembro de 2010, deixando toda a orla da Lagoa Maior menos arborizada.

1.4. Contexto Social

O município de Três Lagoas nasceu influenciado pela implantação da ferrovia Noroeste Brasil e não parou de crescer. O crescimento populacional do município é marcado por duas fases de expansão extremas. Até o ano de 1960 a população campo/cidade se equiparava em contingente, logo, se deu a primeira fase de expansão iniciado pelas obras de construção da Usina Hidrelétrica Souza Dias (Jupiá) no ano de 1964, a população do município praticamente mais que dobrou, com sua maioria se instalando na cidade. A segunda fase se deu a partir de 2000 com o complexo de celulose e papel implantado em Três Lagoas e região pelas empresas principais Fíbria e Eldorado

Brasil, afetando diretamente todo o contexto social do município.

Hoje a população três-lagoense é estimada pelo IBGE (2014) em 109.633 habitantes em 2013 (Figura 16) e especula-se em 120.000 habitantes somando a população rotativa visitante. O motivo por esse público rotativo é o dinamismo que Três Lagoas apresenta, sendo classificada pelo governo federal como o 25º município mais dinâmico do Brasil.

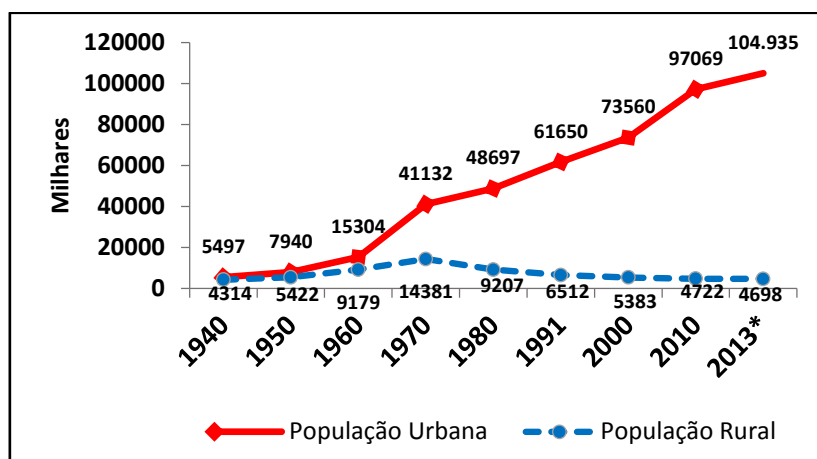


Figura 16: Evolução da população de Três Lagoas, no período de 1940-2013.

Fonte: IBGE (2014).

A instalação do complexo de celulose acelerou o crescimento do PIB chegando em 3.118.722 reais em 2010 de acordo com o IBGE (2014), sendo o quarto maior PIB do estado de Mato Grosso do Sul. Aliado a esse crescimento está o positivo aumento do IDH, o Índice de Desenvolvimento Humano baseado em renda, longevidade e educação realiza seu cálculo, Figura 17.

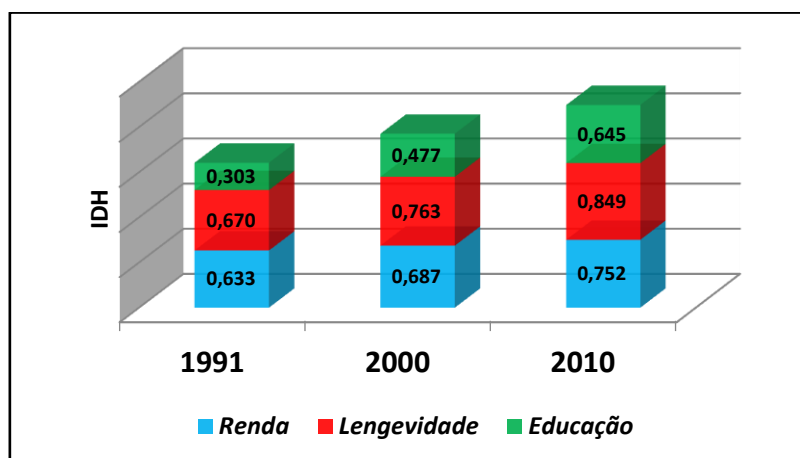


Figura 17: Evolução do IDH de Três Lagoas, no período de 1991-2010.

Fonte: IBGE (2014).

O crescimento populacional e o aumento do PIB e IDH tornam o ambiente da Lagoa Maior mais frequentado, uma vez que, seu entorno é repleto de bares, restaurantes, comércio, hotel, sua orla possui quadras de basquete, vôlei, futsal, caixas de areia, pista de skate, parquinho infantil, campos de futebol, rugby, academia ao ar livre e uma pista de caminhada de aproximadamente 2.550 metros. Também estão no local a Secretaria Municipal de Esportes, Juventude e Lazer (SEJUVEL) e o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), Figura 18.



Figura 18: Diversificação de algumas atividades de lazeres praticada na orla da Lagoa Maior.
Fonte: Do autor (2014).

O aumento da frequência de visitantes na região da Lagoa Maior vem acarretando em ações negativas no ambiente. A criminalidade e o uso de drogas viraram rotina no lugar, isso mostra a falta de segurança do município. A poluição com resíduos sólidos mostra a falta de conscientização da população, Figura 19. E, degradações ao natural como derrubada de pequenas árvores e dejetos líquidos escoando ao ar livre agravam o problema que a Lagoa Maior vem passando.



Figura 19: Diversificação das atividades negativas presenciadas na orla da Lagoa Maior.
Fonte: Do autor (2014).

CAPÍTULO 2

2. REFERENCIAL DA TEORIA

Todo processo de pesquisa parte de uma base teórica. Portanto, torna-se fundamental definir e construir um modelo teórico, porque é em função dele que são enunciadas as hipóteses de trabalho a se confirmar (CIRIBELLI, 2000).

Para conhecermos algo, precisamos de associações mentais que dependem sempre do universo cognitivo e psicológico do sujeito cognoscente. Precisamos definir as teorias que sustentam a proposta, pois, são estas o embasamento teórico, onde encontraremos a situação atual do problema, os termos e os conceitos operacionais. As teorias são muito importantes no processo de investigação das Ciências Sociais, porque são elas que proporcionam definição adequada aos conceitos, bem como o estabelecimento dos sistemas conceituais; auxiliam na construção de hipóteses, explicam, generalizam e sintetizam os conhecimentos, sugerindo a metodologia apropriada para investigação. Desempenham também importante papel metodológico na pesquisa (MACIEIRA e SILVA, 2000, p.30).

As tendências metodológicas atuais estão baseadas em dois quadros teóricos, o Positivismo ou Empirismo e o Materialismo Histórico/Dialético. O que condiciona uma visão melhor elaborada para as pesquisas na Geografia Física é o Materialismo Histórico/Dialético, pois essa teoria criada por Marx, influenciada pelo positivismo, abarca todos os aspectos, ligações, mediações e considerações no desenvolvimento de uma pesquisa. Essa teoria torna a não existência de verdades abstratas, elas são sempre concretas (CIRIBELLI, 2000).

2.1. Sistemas Hidrológicos

Há anos, pessoas perceberam que há coisas comuns nas diferentes áreas do conhecimento. Existem problemas similares que podem ser resolvidos com soluções similares. Estas mesmas pessoas perceberam que algumas características e regras aconteciam em todas as áreas. Assim, surgiu a definição de Sistema, um conjunto de elementos inter-relacionados com um objetivo comum. Isto quer dizer que todas as áreas do conhecimento possuem sistemas. E que os sistemas possuem características e leis independentemente da área onde se encontram (CHIAVENATO, 2004).

A compreensão de sistemas pode ser como um conjunto de elementos ligados entre si por relações de forma a constituir uma organização, ou ainda “exteriormente” o

todo - organizado, relacionando-se com o meio exterior, portanto este é sujeito a mudanças, e que ainda pode apresentar em qualquer momento um modo determinado de ação ou comportamento (MACIEL, 1974 *apud* IZIPPATO, 2013).

Considerando que os sistemas funcionam executando processos, visando obter determinadas respostas, Thornes & Brunsden (1977 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1979, p.10) “definem o sistema como conjuntos de objetos ou atributos de suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular.” Dessa forma, de acordo com esse conceito, o sistema é um operador que em um determinado lapso de tempo recebe a entrada (input), há as interações (intake) e o transforma em saída (output), Figura 20.

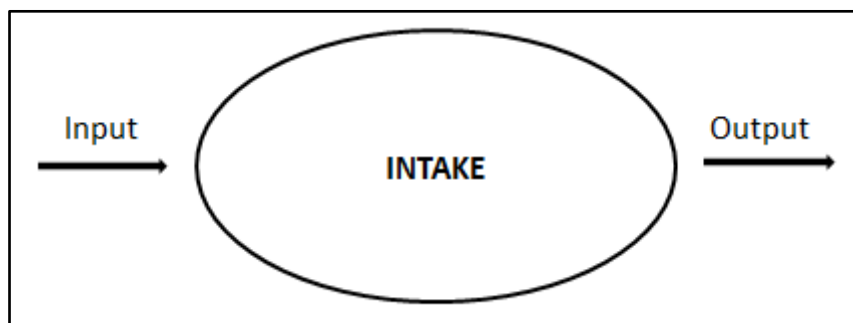


Figura 20: Representação esquemática de um sistema, assinalando as partes componentes.

Fonte: adaptado de Christofolletti (1979).

Baseando-se nessas definições se pressupõe, inicialmente, que os sistemas devem ter suas partes componentes, denominadas unidades, ou ainda, elementos, as quais devem encontrar-se inter-relacionadas, dependentes umas das outras, por meio de ligações que denunciam os fluxos.

Em Christofolletti (1999) ainda se discute que é de conhecimento a existência de sistemas complexos, na evolução da matéria (sistemas físicos), na evolução dos seres vivos (sistemas biológicos), na evolução da sociedade (sistemas sociais), na economia (sistemas econômicos) e também sistemas mais complexos, como o das organizações espaciais (sistemas geográficos).

Os sistemas geográficos devido à característica de seus subconjuntos apresentam sistemas ainda menores e mais complexos, tais como: sistemas ambientais físicos (geossistemas), os sistemas socioeconômicos, os ecossistemas, sistemas urbanos, sistemas hidrológicos e etc.

Os sistemas hidrológicos abrangem todas as relações com envolvimento da água, contudo, de uma maneira mais sucinta os principais sistemas hidrológicos são os de

águas superficiais e subterrâneas. Em águas subterrâneas existem relativamente poucas pesquisas, a valoração nesse meio é baseada em aquíferos. As águas superficiais têm como maior destaque em sistemas hidrológicos o estudo da bacia hidrográfica como forma prática para obter resultados.

2.1.1. Sistemas Hidrológicos Lênticos

De acordo com Esteves (1998) sistemas hidrológicos lênticos não são elementos permanentes da paisagem da terra, pois eles são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, assim surgem e desaparecem no decorrer do tempo, sendo influenciados por quatro dimensões: Região litorânea, Região Limnética ou pelágica, Região profunda e interação água/ar. São diferenciados em três tipos lagos, lagoas e charcos. Podendo ser um sistema hídrico em perímetro rural e/ou urbano.

A diferenciação entre os tipos de formações lênticas é confusa e não possui estudos específicos. Um lago, Figura 21A, tem sua melhor definição na geologia, são massas de água parada ou levemente corrente com uma área limnológica superior a 100.000m². A lagoa, Figura 21B, é definida como massas de água parada ou de corrente reduzida com área limnológica inferior a 100.000m². E, o charco, Figura 21C, são massas de água parada ou de corrente muito reduzida de carácter temporário. Porém, essas definições podem variar de país para país.



Figura 21: (A) Ilustração de um lago. (B) Ilustração de uma lagoa. (C) Ilustração de um charco.

Fonte: Google imagens (2014).

Para Esteves (1998) os limnólogos encontram muita dificuldade para diferenciar um lago de uma lagoa. Partindo de outro conceito, pode-se tomar a profundidade da bacia lacustre e a profundidade que alcança a região iluminada na coluna d' água, Figura 22. Lagoa pode-se considerar os corpos d' água rasos, de água doce, salobra ou salgada, em que a radiação solar pode alcançar o sedimento, possibilitando, conseqüentemente, o crescimento de macrófitas aquáticas em toda a sua extensão.

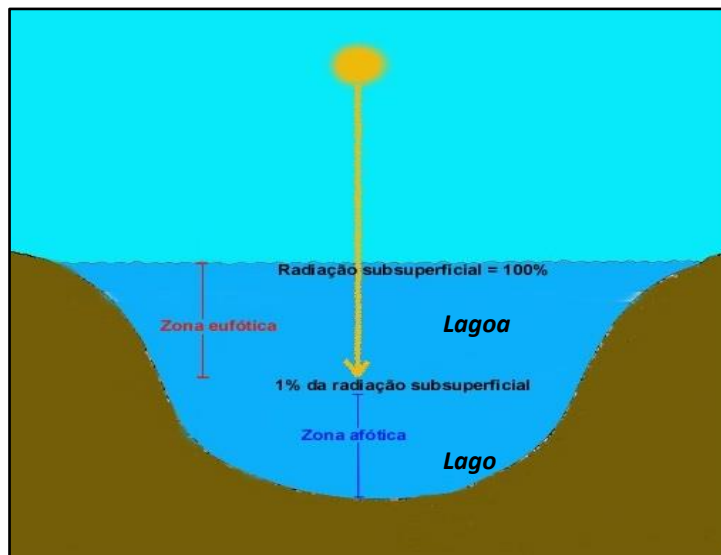


Figura 22: Conceito de diferenciação baseado na profundidade de penetração da radiação solar.

Fonte: adaptado do Laboratório de Limnologia e Planejamento Ambiental (UFES).

A principal característica de um sistema lântico é a alta capacidade para solubilização de compostos orgânicos, gradientes verticais, baixo teor de sais dissolvidos, alta densidade e viscosidade da água, capacidade de sedimentação, seixos internos, a temperatura e radiação subaquática (ESTEVES, 1998).

Um conceito que define as diferenças dos sistemas hidrológicos lânticos rurais e urbanos para homem possivelmente está ligado ao seu destino. Primeiramente, é a localização a principal diferença de uma lagoa em zona rural e outra em zona urbana, mas a maneira de lidar com o recurso diferem-nas. A população rural usa-se da extração da água para fins de abastecimento pessoal e bebedouro aos animais. Entretanto, a população urbana tem em sua visão a harmonia paisagística, completando um ambiente antrópico com um meio natural preservado ou não.

2.1.2. Corpos Lânticos Urbanos

A urbanização aos arredores de corpos lânticos nasceram por questões de uma melhor sobrevivência para o ser humano. A necessidade de água para o consumo propiciou a instalação de povoados as margens de rios e lagos/as. A partir de então, o crescimento histórico da sociedade transformaram a arquitetura e aglomeração das cidades.

A engenharia revolucionou o abastecimento de água através da extração em aquíferos e rios mais distantes, ligando-os com galerias para servir a população. Com

isso, a utilização de lagos e lagoas para abastecer as cidades tornou-se desnecessária. Nasce então, o conceito de um ambiente para harmonia paisagística natural dentro das cidades.

Muitos corpos lânticos receberam a ideia da preservação de sua natureza, propiciando uma visão mais racional do ambiente. Não obstante, a atuação da engenharia e arquitetura também estiveram presentes nesses meios, criando lagos artificiais ou alterando sua forma original (Figura 23).



Figura 23: (A) Lago Meixi em Chansgsha, China. (B) Lagoa Solon de Lucena em João Pessoa/PB, Brasil. (C) Lago do Central Parque em Nova Iorque, EUA.

Fonte: Google Imagens (2014).

2.2. Qualidade das Águas

Em estudos e levantamentos bibliográficos realizados por Botelho e Silva (2011) *apud* Almeida (2013), a década de 90, especialmente a segunda metade, caracteriza-se pelo aumento não dos trabalhos ambientais, mas também no que diz respeito, ao uso e qualidade das águas, caracterizando uma preocupação maior com o meio ambiente. Com isso, o valor das pesquisas e práticas de planejamento a partir das bacias hidrográficas, ganhou destaque. Os estudos indicaram que o número dos trabalhos aumentaram em sete vezes na década de 1990-2000 em relação a 1980-1990.

2.2.1. Conceitos e Noções Gerais

A poluição das águas para Braga *et. al.* (2005), está associada com a alteração de suas características físicas, químicas ou biológicas, sejam elas ocasionadas por causas naturais ou provocadas pelo homem; em virtude disso, estes poluentes podem alterar também as outras características da água. Desta forma, o conhecimento das interações entre estas é de grande importância para que se possa lidar da melhor forma possível com as fontes de poluição.

A variação da qualidade da água não está obrigatoriamente associada somente aos aspectos estéticos. Já que, a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas para alguma espécie e águas com aparência desagradável podem ser utilizadas para determinados usos. A poluição hídrica é o acréscimo de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água de modo que prejudique os legítimos usos que dele podem ser realizados ou esperados . A poluição deve estar associada também com o uso que se faz da água (BRAGA *et. al.*, 2005).

Para Sperling (2005), o maior problema da poluição por esgotos domésticos é o consumo de oxigênio dissolvido. A alteração da qualidade da água em corpos d'água, proveniente de despejo de esgoto doméstico pode trazer uma série de problemas à população, tais como a proliferação de doenças de transmissão hídrica, proliferação de insetos, ocorrência de odores, entre outros.

. Outro problema ocasionado pela poluição dos corpos hídricos é o fenômeno de eutrofização, que consiste no aumento da concentração de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. A consequência mais importante da eutrofização é o florescimento de cianobactérias, as quais produzem diferentes tipos de toxinas, podendo ocasionar graves problemas à saúde humana e mesmo a morte de seres humanos e animais quando ingeridos ou em contato com as pessoas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Bollmann *et. al.* (2005) relata que o processo de urbanização altera o meio ambiente natural e um dos procedimentos que mais influencia o mesmo é a impermeabilização do solo, pois afeta principalmente, de modo quantitativo e qualitativo, os recursos hídricos. Portanto, o emprego de indicadores de qualidade de água consiste no uso de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia ou em qualquer corpo hídrico, sejam estas de origens antrópicas ou naturais.

[...] o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO e NICOLELLA, 2002. p. 182).

A gestão integrada dos recursos hídricos requer que a água seja sistematicamente acompanhada tanto em termos de quantidade quanto em qualidade. O monitoramento da qualidade das águas é fator primordial para a adequada gestão dos recursos hídricos,

sendo essencial para as ações de planejamento, licenciamento, outorga, fiscalização e enquadramento dos cursos d'água.

De acordo com a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 e suas alterações, as águas superficiais doces, salobras e salinas são classificadas, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Entretanto, é adaptável para classificação e enquadramento das águas superficiais doces apenas cinco.

Para cada um dos usos e classes de qualidade são estabelecidas condições de qualidade por meio de variáveis descritivas, tais como materiais flutuantes não naturais, óleos e graxas, substâncias que propiciam gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis e toxicidade e; quantitativas, tais como PH, DBO, OD, CE, ORP, Substâncias Orgânicas, Metais totais e dissolvidos, densidade de Cianobactérias, teor de Clorofila, entre outras, onde existem faixas de concentração permitidas. O limite máximo permissível das variáveis para cada classe de água é denominado de padrão de qualidade.

Para a CETESB (2014) o monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos d'água doce como rios e reservatórios, Quadro 03, é constituído por três redes de amostragem manual e uma rede automática, objetivando um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico.

Quadro 03: Redes de monitoramento de água doce.

Monitoramento CESTEB	Objetivos
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna d'água.
Balmeabilidade de Rios e reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.
Monitoramento Automático	Controle de fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.

Fonte: Cetesb (2014).

De fato o enquadramento dos corpos hídricos, respeitando os padrões de qualidade, consiste numa meta a ser atingida ao longo do tempo. Portanto, os dados de qualidade atuais de um corpo hídrico podem não atender às respectivas classes estabelecidas. Desta forma, ressalta-se que as ações de controle de poluição de fontes pontuais (origem doméstica e industrial) ou difusas (origem urbana e agrícola) devem caminhar no sentido de promover a adequação da qualidade dos corpos hídricos na sua

respectiva classe de qualidade.

2.2.2. Qualidade das Águas em Sistemas Lênticos

A excessiva poluição das águas dos mares e rios também vem afetando lagos e lagoas tendo se tornado uma preocupação mundial. A poluição hídrica ocorre quando qualquer mistura altera as propriedades da água afetando a saúde de pessoas, animais e vegetais, sendo normalmente causada pelo lançamento inadequado em seu interior de restos industriais, agrícolas e esgotos domésticos.

A qualidade da água de um sistema lêntico é resultante de fenômenos naturais e da ação antrópica local. Em geral, pode-se dizer que a qualidade de um determinado corpo d'água é em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Conforme Esteves (1998), o conteúdo químico da água dos lagos, lagoas e charques mudam de local para local. Mudanças estas, ocasionadas pelas diferenças da geomorfologia da área de drenagem dos efluentes, topografia da bacia de acumulação do lago ou lagoa, regime pluviométrico e a vegetação nativa ou em forma de plantio.

O problema mais presente na má qualidade das águas em lagos e lagoas situadas nas cidades, Figura 24, é que através do processo de urbanização propiciou um povoamento desordenado aos arredores de sistemas lênticos, exemplos atuais são Rio de Janeiro/RJ e a Lagoa Rodrigo de Freitas, Belo Horizonte/MG e a Lagoa da Pampulha, Porto Alegre/RS e a Lagoa dos Patos, Campo Grande/MS e o Lago do Amor; e Três Lagoas/MS e a Lagoa Maior. Acarretando, a partir de então, uma alteração antropogênica ao sistema natural, modificando a paisagem, alterando a qualidade/quantidade e extraíndo os recursos para a satisfação humana.



Figura 24: (A) Poluição na Lagoa da Pampulha/MG. (B) Mortandade de peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas/RJ. (C) Despejo de esgoto na Lagoa dos Patos/RS.

Fonte: Google Imagens (2014).

Os principais problemas que podem ocorrer em um Sistema Lêntico são:

Eutrofização

Processo de degradação normalmente de origem antrópica ou raramente de origem natural que consiste na gradativa concentração de material orgânico que se acumulam nos ambientes aquáticos. A eutrofização pode ser natural ou provocada por efluentes urbanos, industriais ou agrícolas, criando de forma natural uma condição para o crescimento desordenado de cianobactérias ou vegetais oportunistas, alguns com potencial de liberar toxinas que causam danos nos organismos da cadeia trófica que se alimentam desses autótrofos como no homem.

Outro importante impacto decorrente da eutrofização é a floração de algas e principalmente de cianobactérias, levando a efeitos negativos nos ecossistemas, tanto à biota aquática como à saúde humana, pela liberação de diferentes toxinas (AZEVEDO & VASCONCELOS, 2008 *apud* CAETANO *et. al.*, 2011).

Estratificação

É o processo de gradeamento das temperaturas da superfície e do fundo de uma lagoa ou lago, em que a água quente fica flutuando na zona superior de um reservatório de água. Este estado físico da água também irá ditar os tipos de organismos que podem viver ali: peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e outras espécies aquáticas, todos estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se essa faixa for ultrapassada (para menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem por completo. Outro problema que a estratificação térmica causa em sistemas lênticos é a mudança na velocidade das reações bioquímicas ocasionando assim uma diminuição da zona ativa do sistema (KELNER *et. al.*, 2009 *apud* CAETANO *et. al.* 2011).

Sedimentação

A sedimentação é o nome dado à ação dos materiais que são depositados no leito de córregos, lagos e cursos d'água. Esse fenômeno se dá normalmente nos materiais devido à insolubilidade ou por serem pouco solúveis e mais densos que a água. São materiais gerados pelo processo de assoreamento, ou seja, erosões destes, que ao serem transportados e depositados darão origem aos sedimentos provocando o estreitamento vertical da lâmina d'água e causando até mesmo a secagem total de um

meio aquoso (KELNER *et. al.*, 2009 *apud* CAETANO *et. al.* 2011).

2.2.3. Parâmetros Quantitativos e Qualitativos

Atualmente com a evolução acelerada da tecnologia variados métodos com diversos equipamentos foram desenvolvidos para aferir parâmetros de análise da qualidade da água. Embasado em alguns parâmetros principais é possível gerar uma classificação qualitativa precisa sobre a atual situação da água.

Referencial Oxigênio Dissolvido (O.D.)

O Oxigênio Dissolvido (O.D.) é um gás solúvel em água, com concentrações variadas. Segundo Araújo *et. al.* (2004) o oxigênio dissolvido pode ser utilizado como indicador de qualidade das águas superficiais, sendo que a proliferação bacteriológica depende diretamente de suas concentrações, constituindo de metodologia de rápida análise, passível de realização no campo. É de fundamental importância na manutenção da vida aquática e da qualidade da água. Tchobanoglous e Schroeder (1985) afirmam que, devido à sua importância, o OD é amplamente utilizado como principal parâmetro da qualidade de água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre corpos d'água, pois é um dos mais importantes fatores no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos.

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbicos que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos, nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para os seres vivos, principalmente os peixes. O nível de oxigênio dissolvido em águas naturais é, com frequência, uma indicação direta de qualidade, uma vez que as plantas aquáticas produzem oxigênio enquanto microorganismos geralmente consomem ao se alimentarem de poluentes.

Cabe salientar que águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de O.D, devido ao consumido no processo de decomposição, por essa razão concentrações elevadas de O.D., indicam boa qualidade das águas superficiais e fazendo com que o parâmetro de O.D. seja o principal indicador de qualidade de um corpo hídrico natural (MORAES, 2001).

Referencial Condutividade Elétrica (C.E.)

A Condutividade Elétrica (C.E.) é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc (DEBERDT, 2009).

Referencial Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico, popularmente pH, é a medida de concentração de íons H^+ presentes na solução, é uma das determinações de qualidade de água mais frequentemente executadas, apresentando a acidez ou a basicidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade (CETESB, 1987).

A certeza do potencial hidrogênio iônico de uma água permite a investigação do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessários à coagulação, do crescimento de micro-organismos, do processo de desinfecção, que tem a finalidade de reduzir o nível de micro-organismos e se a água em relação ao pH se enquadra dentro das legislações pertinentes.

Referencial Turbidez

A turbidez para Pinto (1998) é a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argilas e silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água. Certamente, a presença dessas substâncias provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. Enfim, um alto valor de turbidez

prejudica criando uma barreira sobre a água, reduzindo a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido pode suprimir a produtividade de peixes, além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água; estudos técnicos constataam o efeito de proteção física de micro-organismos pelas partículas causadoras da turbidez, diminuindo a eficiência de tratamentos.

Um alto valor de turbidez prejudica a condição estética da água, reduzindo a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, esse desenvolvimento reduzido pode suprimir a produtividade de peixes, além disso, afeta adversamente os usos domésticos, industriais e recreacional de uma água; estudos técnicos constataam o efeito de proteção física de micro-organismos pelas partículas causadoras da turbidez, diminuindo a eficiência de tratamentos. A Erosão das margens dos rios em estações chuvosas, o mau uso do solo, esgotos sanitários e diversos efluentes industriais, são exemplos de fenômenos que resultam em aumento da turbidez das águas causando problemas ao ambiente (água, ar e solo) (VILELA *et. al.*, 2011).

Referencial Óxido de Redução Potencial (O.R.P.)

O Óxido de Redução Potencial (ORP) ou Potencial Redox ou Potencial de Redução das Soluções não é a quantidade de oxigênio dissolvido e sim é o resultado entre a oxidação e redução de um ambiente, estando relacionado com a perda e o recebimento dos elétrons de uma solução. De acordo com Enzweiler (2010), alguns átomos possuem forte tendência a perder elétrons em sua forma positiva e a estes damos o nome de elementos oxidantes. Outros a forte tendência a receber elétrons e a estes damos o nome de redutores. Muitos elementos são oxidantes, como o cloro, oxigênio, ozônio, permanganato de potássio, entre outros, embora o nome oxidação lembre o elemento oxigênio.

O principal papel do ORP, de maneira geral, é medir as cargas negativas e positivas de um ambiente, ou seja, se tivermos um ambiente oxidante, significa que temos um ORP positivo, mais elementos oxidantes que redutores, e vice versa. Ter um alto nível de potencial redox significa ter uma água limpa e com capacidade de oxidar elementos tóxicos de maneira imediata. Para Enzweiler (2010) um alto ORP é capaz de inibir o desenvolvimento de seres vivos como bactérias e parasitas. Um bom exemplo, encontramos nas estações de tratamento de água (SANESUL e SABESP), onde se usa cloro, permanganato de potássio que aumentam o ORP a níveis próximos de 700mV

esterilizando-a completamente e tornando-a saudável.

Referencial Totais de Sólidos Dissolvidos (T.D.S.)

O Total de Sólidos Dissolvidos (T.D.S.) é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou microgranulares. É um parâmetro de determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. As substâncias dissolvidas envolvem o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio, sódio e íons orgânicos, entre outros íons necessários para a vida aquática. Contudo, quando presentes em elevadas concentrações, podem ser prejudiciais (CAETANO *et. al.*, 2011).

O TDS em excesso trazem danos aos peixes e a vida aquática, também provocam sedimentação nos leitos dos rios, danificando organismos que fornecem alimento, ou também arruinando os leitos de desovas de peixes. Retém bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbica. O método se fundamenta na sedimentação dos resíduos em suspensão devido à influência da gravidade.

Referencial Salinidade

A Salinidade é um parâmetro da quantidade de sais existentes em massas de águas naturais, um oceano, um rio, um lago, um aquífero, uma lagoa, entre outros. Para Ciotti (2000) a forma mais simples de descrever a salinidade é como a razão entre a quantidade total de sólidos dissolvidos e a massa de água que lhe serve de solvente, e a forma mais comum de expressão seja em g/kg ou em percentagem, sendo que 1% representa 10 g/kg.

Os sólidos mais comuns contidos na quantidade total em um quilograma de água após todo o carbonato ter sido convertido a óxido são o brometo e o iodeto substituídos por cloretos e fazendo com que toda a matéria orgânica venha ser eliminada. Os principais íons responsáveis pela formação de sais são o sódio, cálcio, magnésio, potássio, cloretos, sulfatos e bicarbonatos. Hoje já existem equipamentos eletrônicos capazes de processar a salinidade em campo com métodos de detecção, como exemplos temos o salinômetro indutivo, os eletrôdos e os refratômetros (CIOTTI, 2000).

Referencial Temperatura

A temperatura desempenha um papel principal no controle dos ecossistemas aquáticos, condicionando a estabilidade de diversos parâmetros físico-químicos. Além disso, os organismos aquáticos são adaptados a máximos e mínimos de temperatura, tendo, portanto, seu ciclo de vida condicionado ao gradiente térmico habitual no ambiente aquático.

De acordo com Ciotti (2000) variações de temperatura em corpos d'água são parte de um regime climático normal, sendo estas regidas por latitude, longitude, período do ano, período do dia e taxa de fluxo e profundidade. Em geral, elevações de temperatura em um corpo d'água não relacionadas a eventos climáticos naturais, estão atreladas a despejo de efluentes industriais, em sua maioria, e residenciais.

O aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações físicas, e em particular as de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos, assim como diminui a solubilidade de gases dissolvidos na água, em particular o oxigênio, base para a decomposição aeróbia. A elevação da temperatura também aumenta a taxa de transferência dos gases, podendo gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis (CIOTTI, 2000).

2.3. Sedimentação de Sistemas Hidrológicos

O solo é composto de fragmentos de rochas e argilominerais constituídos pela matéria orgânica produzida pelos organismos presentes no ambiente e pela alteração química da rocha matriz. Sua formação é um processo de retroalimentação positiva, sendo que o solo, proveniente do intemperismo, é um agente que impulsiona o aumento do próprio intemperismo (TEIXEIRA *et. al.*, 2008).

O intemperismo é o processo responsável pela desagregação das rochas presentes na superfície do planeta, sendo o gerador dos solos. A fragmentação das rochas pode ocorrer de duas formas, pelo intemperismo físico e pelo intemperismo químico. O Intemperismo físico é aquele que "quebra" a rocha, por impacto de partículas por ação do vento, por congelamento e expansão de água em fraturas. Já o Intemperismo químico caracteriza pelas mudanças químicas nas estruturas dos minerais, geralmente formando argilominerais e causando a desagregação da rocha (TEIXEIRA *et. al.*, 2008).

Dentre os fatores que influenciam o intemperismo, tem-se o clima como principal agente, pois ele determina a quantidade de chuva e temperatura que atingirá a rocha, alterando quimicamente seus minerais. O clima também determina a quantidade de ventos, o que altera fisicamente as rochas. Outro fator primordial é o relevo determinando o fluxo de água e sua infiltração no solo. Em terrenos mais íngremes, a infiltração da água

no solo será baixa, enquanto que em superfícies mais aplainadas ela será maior. Isso é importante, pois, quanto mais tempo de contato entre água e rocha, mais reações químicas, aumentando assim a intensidade do intemperismo. Existem também outros fatores que influenciam o intemperismo, tais como a composição mineral das rochas, o tempo cronológico, cobertura vegetal e a rocha-mãe (TEIXEIRA *et. al.*, 2008).

A partir da ação do intemperismo as partículas de decomposição da rocha (solo) são erodidas pelas chuvas e transportados até os rios, que por sua vez os transportam normalmente até os oceanos. As partículas de sedimentos gradualmente são depositadas nas bacias hidrográficas e por um prazo relativamente menor nas bacias oceânicas, em regiões costeiras (CARVALHO & CUNHA, 1997 *apud* BARTELLI, 2012).

O fenômeno da erosão é originado pela interação do ciclo hidrológico com o ciclo das rochas, dependendo da água proveniente dos processos de precipitação e suas propriedades de fluidez, solubilidade, calor específico e dilatação (GUERRA, 1908 *apud* BARTELLI, 2012). Para Carvalho (2008) a erosão ocorre pela ação eólica, fluvial, hídrica superficial, em lençol, por escoamento difuso intenso ou concentrado, em ravinas, por remoção de massa, por transporte lento ou rápido de material, pela ação humana ou de animais, devida a sais solúveis ou eventos extremos.

Assim caracteriza-se por sedimentação o conjunto de processos erosivos, Figura 25, afluentes em determinada área, abrangendo intemperismo e os demais eventos erosivos, responsáveis pela formação do solo e aporte ao mesmo. O destino da sedimentação geralmente pela topografia são os fundos de vales, onde estão os recursos hídricos, assim toma-se como base a medição de sólidos em um rio, lago ou lagoa, podendo se estimar como um todo a ação dos processos erosivos (CARVALHO, 2008)

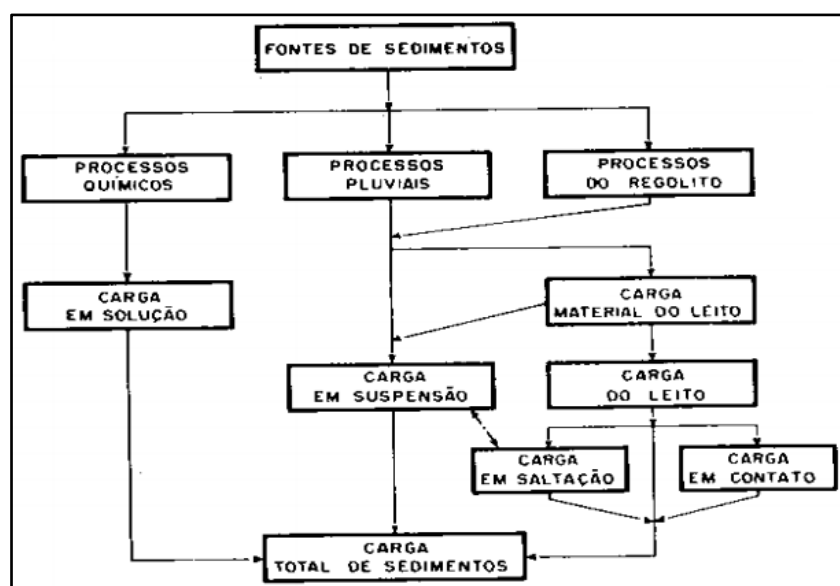


Figura 25: Os processos atuantes no transporte de sedimentos.

Fonte: Christofolletti (1981).

A sedimentação em seu processo dentro dos sistemas de água doce foram abordados em diversos ângulos, explorando sistemas lóticos e lênticos. A ação mecânica da água é responsável por separar as diversas granulometrias das partículas de sedimento, constituindo um gradiente de tamanho e variando suas posições conforme a velocidade da água. Os sedimentos são constituídos de três principais componentes, matéria orgânica em diversos estágios de decomposição, minerais particulados e componentes inorgânicos de origem biogênica (WETZEL, 1993 *apud* BARTELLI, 2012). Sendo classificado seu transporte em cursos hídricos como de suspensão (materiais mais finos) e de fundo (materiais mais grossos).

2.3.1. Transporte de Sedimentos em Suspensão

O transporte de sedimentos em suspensão ocorre na região limnética nos cursos da água, sendo que ocorre em maior quantidade nas épocas chuvosas. Cerca de 70 a 90% de todo o sedimento transportados ocorre nestes períodos, principalmente nos grandes eventos pluviométricos. A ocorrência da erosão tem papel importante nos parâmetros sedimentares, pode se processar de diversas formas e depende de muitas variáveis, sendo a principal delas a chuva (CARVALHO, 2008)

Carvalho *et. al.* (2000) denomina sedimento toda a partícula derivada das rochas ou de materiais biológicos capaz de ser transportado por um fluído. Seu processo de formação inicia-se na fragmentação de rochas por intemperismo, sendo então transportadas pela água ou pelo vento do local de origem até os rios, lagos, lagoas ou outros locais de deposição, caracterizando por material sólido em suspensão na água ou em deposição no leito (CARVALHO, 2008).

Para Christofolletti (1981) o transporte é controlado por fatores como a quantidade e distribuição de precipitações, estrutura geológica, condições topográficas e cobertura vegetal. Porém, a atividade humana aumenta ou diminui a quantidade de água escoada superficialmente, influenciando o regime fluvial e alterando o transporte de sedimentos (Figura 26).

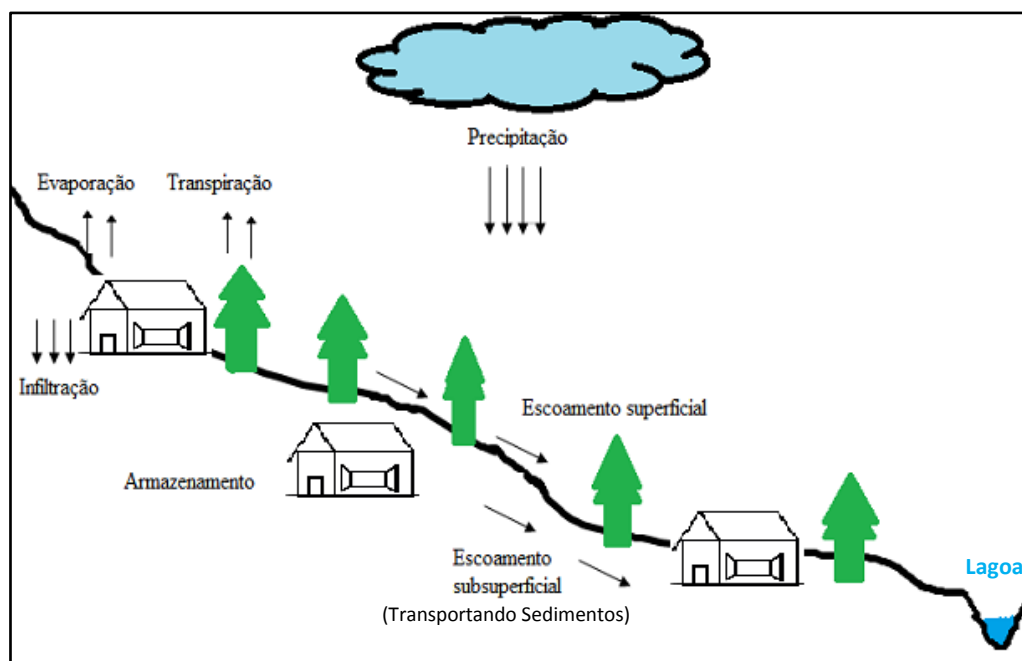


Figura 26: Processos Hidrológicos Terrestre.

Fonte: Modificado de Dalbianco (2013).

Para fins de conhecimento da real situação do transporte de sedimentos sólidos em suspensão foram desenvolvidos diversos métodos para a realização destas medidas, Quadro 04, sendo elas diretas ou indiretas, em função dos tipos de equipamentos utilizados e recursos financeiros disponíveis para a realização das medidas e demais procedimentos. A medida da descarga sólida envolve parâmetros como medida de descarga líquida, amostragem do sedimento em suspensão, medidas de temperatura da água, da declividade, velocidade de fluxo e das metodologias de cálculos (CARVALHO *et. al.*, 2000).

Quadro 04: Métodos para medição de sedimentos sólidos em suspensão.

Medição	Descrição	Equipamentos ou metodologia de medida
Direta	Utilização de equipamentos que medem diretamente no curso d'água a concentração ou outra grandeza como	Medidor nuclear (portátil ou fixo); Ultra-sônico ótico; Ultra-sônico Doppler de dispersão; Turbidímetro e ADCP (Doppler)
	Por acumulação do sedimento no medidor (proveta graduada)	Garrafa Delft (medição pontual e concentração alta)
Indireta	Coleta de sedimento por amostragem da mistura de água e sedimento, análise de concentração e granulometria, em seguida cálculos da descarga sólida	Equipamentos de bombeamento, equipamentos que usam garrafas ou sacas, sendo pontuais instantâneos, pontuais por integração e integradores na vertical
	Uso de imagens de satélite e comparação com medidas simultâneas de campo para calibragem, em grandes rios	São estabelecidas equações que correlacionam as grandezas de observação das imagens com as concentrações medidas

Fonte: Carvalho (1994) *apud* Bartelli (2012).

2.3.2. Vazão de Sistemas Lênticos: Lacustres Urbanos

Entende-se por vazão o volume de água que passa numa determinada seção por uma unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s (CARVALHO, 2008). Geralmente sendo escoado por influência da topografia.

Em lagoas urbanas a vazão é geralmente modificada por obras de engenharia. Para escoar a água nesses ambientes são colocados dutos ou tubos de concreto fazendo a ligação do entorno com o interior do lago ou lagoa e dutos para o escoamento da drenagem de saída, normalmente para galerias pluviais ou em alguns casos para um rio (Lagoa Maior → Córrego da Onça). Entretanto, há lugares que não existem ligações com dutos sendo por escoamento superficial natural e direto, dependendo do manejo do lugar torna o ambiente mais propício ao avanço de degradação ocasionada pela ação da água e poluição antrópica.

2.4. Batimetria

Em Alvares *et al.* (1993) a batimetria pode ser definida como sendo o conjunto dos princípios, métodos e convenções utilizados para determinar a medida do contorno, da dimensão e da posição relativa da superfície submersa, dos mares, rios, lagos, represas e canais.

Na batimetria o objetivo a ser referenciado é o fundo do corpo hídrico em pesquisa. Atualmente, dependendo das condições físicas acessíveis ou econômicas, os levantamentos batimétricos podem ser manuais utilizando-se de varas e cordas ou com a evolução tecnológica automatizados, que através de instrumentos a laser tornaram os processos mais práticos e precisos, diminuindo o tempo para a obtenção dos resultados.

2.4.1. Batimetria Automatizada

A batimetria automatizada é realizada a bordo de embarcações, utilizando-se de ecobatímetros para medição de profundidades numa alta taxa de amostragem e de um ou mais receptores GPS (Global Positioning System) para o posicionamento planimétrico diferencial, Figura 27. Estes levantamentos são relativamente de baixo custo, reduzido tempo de execução e com alto grau de eficiência (IHO, 2005 *apud* FERREIRA *et al.*, 2012).

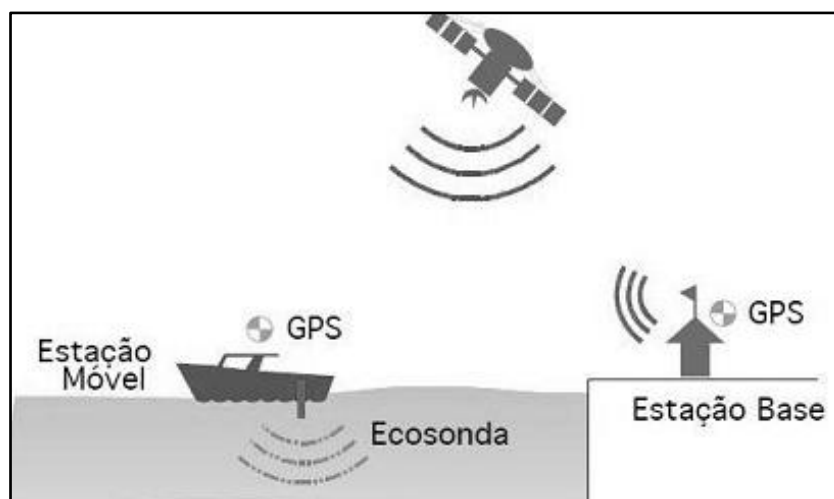


Figura 27: Esquema de funcionamento da batimetria em tempo real.

Fonte: Dias (2010) *apud* Ferreira *et. al.* (2012).

O princípio fundamental de funcionamento de um ecobatímetro consiste na transmissão vertical de um feixe de ondas sonoras ou ultrassônicas por um emissor instalado na embarcação de sondagem, chamado transdutor. As ondas sonoras emitidas pelo transdutor atravessam o meio líquido e atingem o fundo. Parte da energia refletida, o eco, retorna à superfície, onde é detectada pelo transdutor, o tempo decorrente da emissão e recepção da onda sonora é então medido pelo ecobatímetro. Conhecendo-se a velocidade de propagação do som na água é possível medir a profundidade. A profundidade medida é tecnicamente conhecida como 'sondagem' (IHO, 2005; *apud* RIBEIRO *et. al.*, 2008).

A velocidade do som nos corpos aquáticos é cerca de quatro vezes a sua velocidade no ar, à 25°C é de aproximadamente 1500 m/s. A explicação para este fenômeno é que conforme aumenta a densidade do meio, aumenta a velocidade de propagação das ondas mecânicas. A densidade da água não é constante e sim dependente de três fatores, a saber: temperatura, pressão e salinidade. Assim, para minimizar a influência desses parâmetros, e para uma melhor precisão das medidas de profundidade, é necessário realizar uma calibração do ecobatímetro (IHO, 2005 *apud* MATIAS, 2010).

Para Ramos (2007) *apud* Ferreira *et. al.* (2012), uma das maiores dificuldades em levantamentos batimétricos sempre foi o controle do posicionamento planimétrico da embarcação de sondagem, em razão da impossibilidade de se materializar pontos estáveis de observação e tampouco efetuar medições repetidas, para um posterior ajustamento das profundidades.

A análise batimétrica possibilita a obtenção de um mapa de profundidade,

garantindo uma maior segurança na correta tomada de decisões que visem o uso e a gestão sustentável de um determinado corpo hídrico, sendo fundamental na elaboração de estudos aquícolas, navegação, dragagem e na prática da atividade pesqueira ou de lazer. Além de subsidiar estes estudos, auxilia na determinação da capacidade de suporte, no qual se estima a possibilidade da inserção de projetos aquícola de modo sustentável, a partir da análise do nível de impacto sobre um ecossistema (FORTALEZA, 2007).

2.5. Legislação Ambiental

A história da legislação para o meio ambiente no país é antiga, teve início nos primórdios do descobrimento no então período do Brasil Colônia. Portugal se mostrou bastante preocupado com a conservação do meio ambiente, criando normas que ficaram conhecidas por Ordenações e foram aplicadas no Brasil, então colônia de Portugal, até o surgimento do Código Civil de 1916 (TRABUCO e OLIVEIRA, 2008).

As ordenações mais importantes foram as Afonsinas, em 1500, e as Manuelinas, em 1521, as quais já denotavam preocupação com o meio ambiente prevendo punições para aqueles que matassem pequenos animais com crueldade, abatessem árvores e colocassem fogo em áreas naturais sem permissão (FARIAS, 2007).

Em Farias (2007) ainda enfatizamos também as Ordenações Filipinas em 1603, que foi a primeira lei a criar o conceito de poluição, por isso a sua importância, como é visto no trecho: "... pessoa alguma não lance nos rios e lagoas em qualquer tempo do ano (...) trovisco, barbasco, coca, cal nem outro algum material com que se o peixe mate".

No período republicano surgiram as primeiras legislações contendo o tema meio ambiente. O Código Civil Brasileiro de 1916 apontava diversos elementos voltados à proteção dos direitos relacionados aos conflitos de vizinhança, os quais reprimiam o uso inadequado da propriedade.

Nos anos 30, apareceram as primeiras normas específicas sobre o meio ambiente tais como o primeiro Código Florestal (decreto 23.793/34), o Código das Águas (decreto 24.643/34) e o Código de Pesca (1938).

O Decreto-Lei nº. 2.848, de 07 de dezembro de 1940, que instituiu o Código Penal Brasileiro, ainda em vigência; manteve apenas um critério da carta criminal do Império: Artigo 271. Corromper ou poluir água potável, de uso comum ou particular, tornando-a imprópria para consumo ou nociva à saúde. Pena: "reclusão, de dois a cinco anos".

A atual Constituição Federal brasileira, editada em 1988, deu especial atenção ao

meio ambiente, cuja a preocupação com o meio ambiente aparece em diversos artigos, porém, é no Capítulo VI que se encontra o art. 225, com seis parágrafos, considerado o regulador dos princípios constitucionais de respeito ao meio ambiente ao tratar das obrigações da sociedade e do Estado brasileiro para com o meio ambiente:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o de defendê-lo e preservá-lo para os presentes futuras gerações (BRASIL-CONSTITUCIONAL, 1988).

As Constituições Estaduais também deram certo destaque à proteção ambiental. No caso de Mato Grosso do sul, sua carta maior dedica ao tema o Capítulo VII, no qual, o artigo 222 prevê:

Art. 222. Toda pessoa tem direito a fruir de um ambiente físico e social livre dos fatores nocivos à saúde.

§ 1º Incumbe ao Poder Público, através de órgãos próprios e do apoio a iniciativas

populares, proteger o meio ambiente, preservar os recursos naturais, ordenando seu uso e exploração, e resguardar o equilíbrio do sistema ecológico, sem discriminação de indivíduos ou regiões, através de política de proteção do meio ambiente definida por lei (MATO GROSSO DO SUL, 2005).

Especificamente sobre recursos hídricos destaca-se a leis nº 2.406/2002, que “institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos”, e a Lei 3.183/2006, que “dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado”.

No caso do Município de Três Lagoas, a Lei 2083 de 28 de setembro de 2006, que instituiu o Plano Diretor, estabelece normas sobre o meio ambiente em várias de suas seções, mas nos artigos da Seção III DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS NATURAIS E DO SANEAMENTO que estão evidenciadas as formas de manejo e proteção dos recursos naturais do município, citando especificamente as três lagoas urbanas (art.24).

Em 1997, foi aprovada a Lei 9.433, que instituiu a política Nacional dos Recursos

Hídricos, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Lei da Agência Nacional de Águas, Lei nº 9.984, de julho de 2000 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), encarregada da implantação da Política nacional de Recursos Hídricos.

Complementando o rol das leis a serem citadas, destacamos a Lei 9.605/98, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Cita-se, por exemplo, o artigo 33 desta lei:

Art. 33. Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras:

Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas cumulativamente.

Parágrafo único. Incorre nas mesmas penas:

I - quem causa degradação em viveiros, açudes ou estações de aquicultura de domínio público;

II - quem explora campos naturais de invertebrados aquáticos e algas, sem licença, permissão ou autorização da autoridade competente;

III - quem fundeia embarcações ou lança detritos de qualquer natureza sobre bancos de moluscos ou corais, devidamente demarcados em carta náutica.

2.5.1. CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente é um órgão consultivo e deliberativo. É um membro do SISNAMA que tem a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (MMA, 2014).

Em 1986, o CONAMA editou a Resolução 20, que estabeleceu a classificação das águas no território nacional, posteriormente substituída em 2005 pela resolução 357 que é a norma legal brasileira para gestão da qualidade das águas superficiais. Ela dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, dá diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes.

No site do MMA (2014) observa-se as condições e os padrões de lançamento de

efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, diretos ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na resolução 357/05, e nas normas ditadas pelo órgão ambiental competente tendo em vista as condições locais. Podendo ser complementado pela resolução 430/2011, no caso de ser lançado diretamente no corpo hídrico efluente.

O órgão ambiental poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões, desde que haja comprovação de relevante interesse público, e que seja realizado o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais do seu enquadramento. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas (MMA, 2014).

2.5.2. Área de Preservação Permanente - APP

As APPs foram instituídas pelo Código Florestal em Lei nº 4.771 de 1965, e consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (MMA, 2015).

Uma Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 apresenta diversas funções ou serviços ambientais prestados pelas APPs em meio urbano, vale mencionar:

- I- A proteção do solo prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro;
- II- A proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios;
- III- A manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade;
- IV- A função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades,
- V- A atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito "ilha de calor".

A Lagoa Maior está classificada em uma APP no meio urbano, o Ministério do Meio

Ambiente busca através dessas áreas possibilitar a valorização da paisagem e do patrimônio natural e construído (de valor ecológico, histórico, cultural, paisagístico e turístico). Esses espaços exercem, do mesmo modo, funções sociais e educativas relacionadas com a oferta de campos esportivos, áreas de lazer e recreação, oportunidades de encontro, contato com os elementos da natureza e educação ambiental (voltada para a sua conservação), proporcionando uma maior qualidade de vida às populações urbanas, que representam 84,4% da população do país (MMA, 2015).

2.5.3. Plano Diretor

O Plano Diretor de Três Lagoas em seu âmbito ambiental esclarece as diretrizes municipais que se reflete na situação da área de influência das lagoas urbanas e consequentemente da Lagoa Maior que será nossa área de estudo. Eis os principais artigos.

Art. 1º - *Esta Lei Complementar institui o Plano Diretor do Município de Três Lagoas, com fundamento na Constituição Federal, na Constituição Estadual, na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade) e na Lei Orgânica do Município de Três Lagoas.*

Art. 24 - *Sem prejuízo de outras áreas, as lagoas situadas na área urbana da cidade de Três Lagoas e seu entorno, o rio Sucuriú, o rio Verde, o rio Pombo, e os seus respectivos afluentes, e o rio Paraná são considerados patrimônio de relevância ambiental, paisagístico e cultural do Município, devendo ser direcionados todos os esforços para a sua preservação e conservação.*

O Art. 25 expõe as diretrizes a serem observadas para a consecução da Política Municipal do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento. Tendo o destaque para:

- (...) II - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo das espécies e ecossistemas;
- III - *promover a recuperação ambiental, revertendo os processos de degradação das condições do meio ambiente;*
- IV - *garantir a preservação das áreas de proteção e recuperação dos mananciais, dos remanescentes expressivos de vegetação e das unidades de conservação;*
- VI - *promover a qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais,= por meio do planejamento e do controle ambiental;*
- VII - *promover a educação ambiental como instrumento para sustentação das políticas públicas ambientais, buscando a articulação com instituições e as demais políticas setoriais;*

VIII - exigir, na forma da Lei, para instalação de obra, atividades ou parcelamento do solo, potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

XX - impedir o lançamento de esgoto sem tratamento nos sistema hídrico do Município, bem como a contaminação do lençol freático;

XXVI - implementar uma política municipal de implantação e conservação de áreas verdes e de lazer, públicas e privadas. (...)

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMENTOS E MATERIAIS METODOLOGICOS

Os procedimentos metodológicos para Ciribelli (2000) é o momento de apresentar os métodos e técnicas que se usou no desenvolvimento da pesquisa em coleta de dados, seleção das fontes de informação e configuração do seu universo de análise.

3.1. Elaboração do Mapa Base da RDLM

O mapa base da BHLM foi elaborado com orientações da imagem Shuttle Radar Topography Mission – SRTM da NASA adquirida gratuitamente do site da EMBRAPA (2014), imagem *tiff* do Google Earth Pro (2014), e arquivos no formato *shapefile* da hidrografia do Brasil, solos, geologia (em especial do Rio Paranapanema) e limites das unidades federativas e municipais de Mato Grosso do Sul, fornecidos pelo site do IBGE (2014). Esses arquivos serviram de base para a elaboração dos mapas de drenagem, pedológico, batimétrico e modelo digital em três dimensões da Lagoa Maior.

A carta base da RDLM foi exposta (Figura 28) de maneira a facilitar o desenvolvimento dos demais mapeamentos realizados durante a pesquisa. Nesta evidenciou-se as principais características físicas, tais como: área urbana, limites das SBHCO e rede de drenagem da Lagoa Maior.

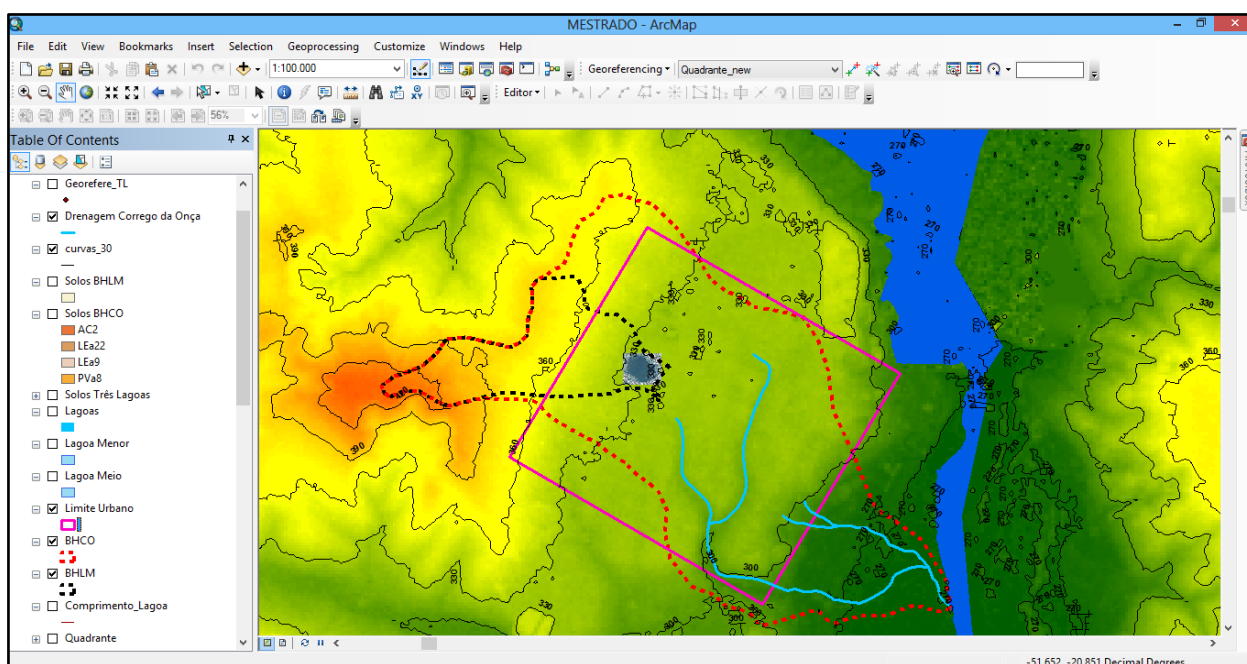


Figura 28: Procedimento inicial para a elaboração de um mapa base preliminar para a BHLM.

3.2. Hidrossedimentologia Superficial da RDLM

A obtenção dos sedimentos das águas superficiais deu-se pela divisão por quatro etapas: Seleção dos pontos de amostragem; Velocidade de fluxo e área de vazão de cada tubo; Amostragem do transporte de sedimentos em suspensão na água; E por fim, o cálculo de transporte total de sedimentos em suspensão.

3.2.1. Seleção dos pontos de Amostragem

Os pontos de amostragem foram escolhidos de forma coerente, baseando-se no conhecimento da orla. Assim, após várias visitas *in loco* determinou os locais de pontos de amostragem sendo os tubos de concreto de ligação (Figura 29) entre as caixas de retenção → Lagoa Maior; a Lagoa do Meio → Lagoa Maior; e a Lagoa Maior → Córrego da Onça.



Figura 29: Pontos mensurados para obtenção da hidrossedimentologia superficial com destaque para o T6, pois corresponde a única vazão de saída de água da Lagoa Maior.

Em um total de 6 locais com tubos que dividiu-se em 2 perfis: Os que escoam para dentro e os que escoam para fora da Lagoa Maior suas águas. Os que escoam para dentro são no total de 5 locais com tubos; o T1, T3, T4 e T5 fazem a ligação entre as caixas de retenção e a Lagoa Maior, e o T2 drena por bombeamento água da Lagoa do Meio. O que escoam para fora é apenas o T6, sua drenagem é direcionada ao Córrego da Onça, a única vazão de saída de toda a Lagoa Maior conforme a Figura 30.

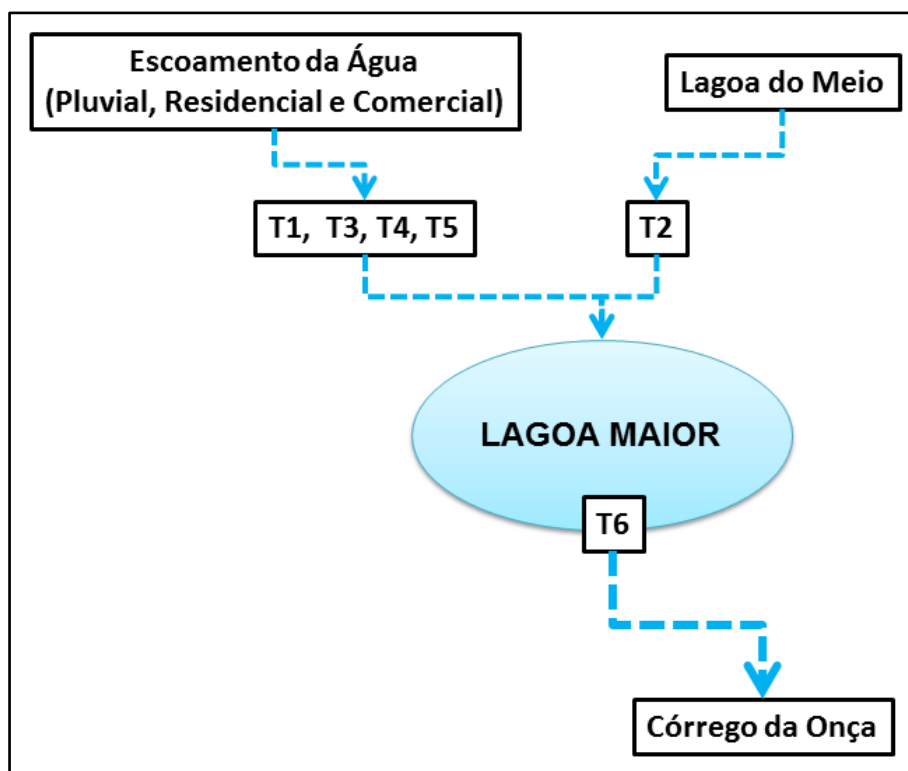


Figura 30: Processo de escoamento da água na RDLM.

3.2.2. Velocidade de Fluxo e Área de Vazão da RDLM

Em campo para a aferição de velocidade de fluxo utilizou-se de um molinete hidrométrico ou correntômetro de hélice, modelo FP-102 da empresa Global Water (Figura 31 A), sendo um velocímetro em forma de torpedo e que serve para medir de forma pontual a velocidade da corrente de água por unidade de tempo. O resultado normalmente é expresso em m/s e/ou km/h (CARVALHO, 2008).

O molinete é dotado de uma hélice (Figura 31 B) que converte o movimento de translação do fluxo de água em um movimento de rotação de uma hélice, que com o auxílio de um contador é determinado num intervalo de tempo o número de voltas que a hélice realizou, após saber o número de voltas da hélice num dado intervalo de tempo, é determinado à velocidade do fluxo equacionado pelo sistema eletrônico interno do molinete. Essa equação é gerada pelo fabricante do molinete, a empresa Global Water possuindo calibração para cada molinete de forma individual. Ao passar do tempo é feita uma nova calibração, pois a hélice e o rolamento interno sofrem com o tempo, alterando as precisões nas medições geradas (CARVALHO, 2008).

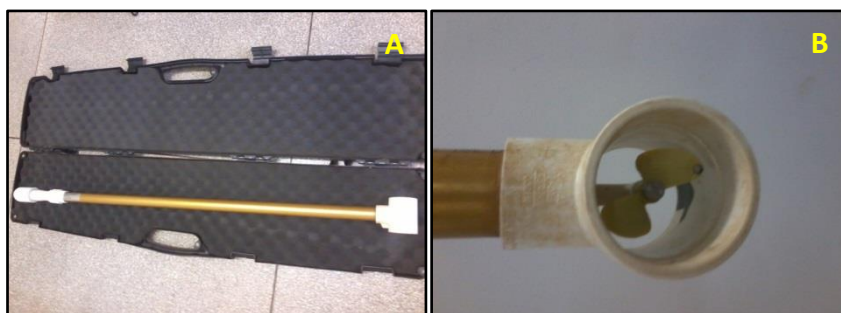


Figura 31: (A) Molinete hidrométrico FP-102 Global Water. (B) Hélice com o sensor medidor de velocidade de fluxo.

Com o equipamento em mãos usou-se a técnica de colocar o molinete em linha reta em uma profundidade de 10 a 20 cm (Figura 32 A) e após aproximadamente 30 segundos o resultado da velocidade de lugar foi gerada. Em subsequência mediu-se a circunferência do tubo e altura do nível da água através de uma régua (Figura 32 B), pois a Lagoa Maior possui tubos para entrada e saída de suas águas. Sendo assim, a geração da hidrossedimentologia de superfície e o balanço da variação do nível das águas superficiais.



Figura 32: (A) Técnica de medição em campo utilizando o molinete. (B) Medição de um tubo para escoamento das águas para dentro da Lagoa Maior.

Em laboratório determinou-se a área dos 6 tubos de vazão da água, juntamente foi calculado as diferentes áreas ocupadas pelo nível da água mensurados nas coletas mensais. Todo o procedimento ocorreu com o software Trimble Sketchup Pro 8 utilizando a ferramenta de Medição de Área Seleccionada (Figura 33).

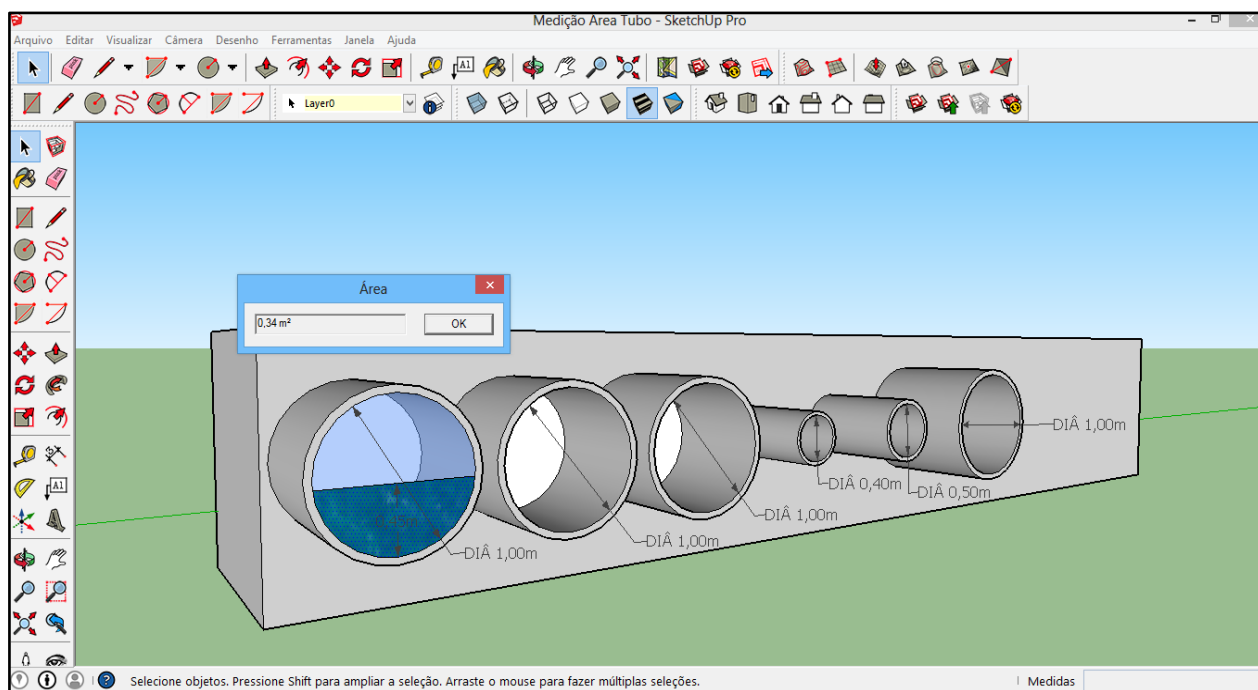


Figura 33: Medição de área dos tubos baseando na variação de nível da água.

3.2.3. Amostragem do Transporte de Sedimentos em Suspensão da RDLM

Ao terminar as coletas realizadas em campo, iniciaram-se os trabalhos em laboratório. A água foi armazenada em frascos de aproximadamente 500ml, a partir daí usou-se de um microfiltro de fibra de vidro modelo GF-2 47mm Macherey Nagel (Figura 34A) com o peso padrão de 0,028g (margem de erro de +/-0,001g) e uma bomba a vácuo Tecnal TE-058 acompanhado dos recipientes de vidro destinados a filtragem (Figura 34B).

A filtragem iniciou com a colocação de 200ml de água e do microfiltro nos recipientes de vidro na bomba a vácuo e após estimados 15 minutos em média de sucção da água, o microfiltro é retirado com todo o sedimento contido na amostra (Figura 34C).

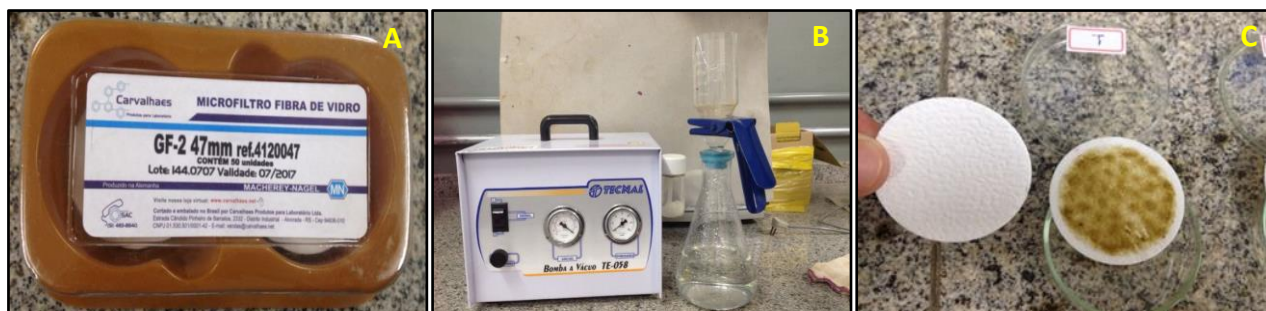


Figura 34: (A) Microfiltro de fibra de vidro modelo GF-2 47mm Macherey Nagel. (B) Bomba a vácuo Tecnal TE-058 realizando a filtragem. (C) Microfiltro antes e depois da filtragem.

Subsequindo o processo, deu início a secagem dos microfiltros em uma estufa MR (Figura 35A) a uma temperatura padrão de 60°C (Figura 35B) pelo período de 24 horas. Retirados os microfiltros da estufa ocorreu a pesagem por meio de uma balança de precisão MARTE (Figura 35C).

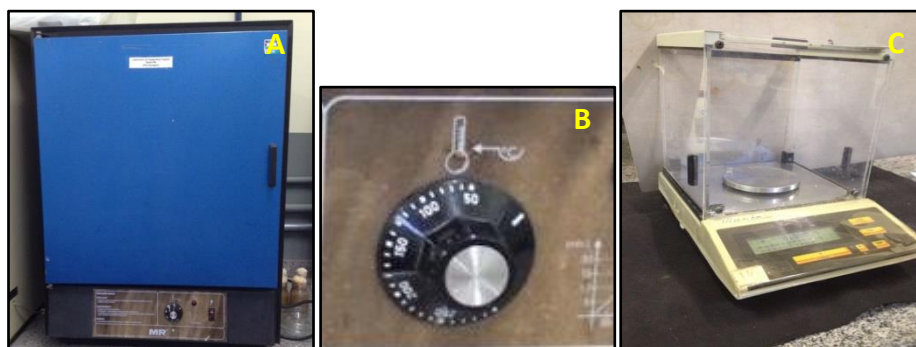


Figura 35: (A) Estufa para secagem modelo MR. (B) Temperatura padrão de 60°C. (C) Balança de precisão modelo MARTE.

Com os valores antes e depois das pesagens podem-se calcular os sedimentos superficiais presentes no microfiltro através da fórmula simples:

Equação:

$$\frac{\text{Microfiltro com sedimentos} - \text{Microfiltro sem sedimentos}}{\text{Quantidade de sedimentos transportados em 200ml de água}}$$

3.2.4. O Cálculo de Transporte Total de Sedimentos em Suspensão da RDLM

Para os resultados do transporte total de sedimentos em suspensão foi utilizada a metodologia simplificada de Colby (1957), utilizada e indicada nos trabalhos de Carvalho (2007 e 2008) *apud* Bartelli (2012), adaptado para a Lagoa Maior. Por esse método utiliza-se as variáveis, tempo (s), vazão (m³/s), a medida da concentração total de sedimentos (mg/l) e a área ocupada. O produto destas três variáveis resulta no transporte de sedimentos em toneladas ao dia, conforme a equação:

Equação:
$$Qtss = 86400 \times Q \times C \times A = (\text{tonelada/dia})$$

Sendo:

Qtss = Quantidade Total de sedimentos em suspensão;

Q = Descarga líquida em m³/s (vazão);

C = Concentração de sedimentos em mg/l;

86400 = Segundo totais em 24 horas;

A = Área do tubo ocupada pela água em m².

Foram calculados os 5 pontos de entrada e o único ponto de saída da água, como o resultado é em tonelada/dia faz-se a multiplicação pela quantidade de dias do respectivo mês. Posteriormente, é feita a soma dos 5 pontos seguida da subtração pelo ponto de saída, assim tem-se a quantia do resultado final mensal.

3.3. Procedimentos Batimétricos na Lagoa Maior

Os procedimentos da batimetria foram feitos em duas etapas, iniciou com uma operação em campo realizada na data de 21/01/2015 no período da manhã para a captura dos dados, finalizando com a aferição em laboratório.

3.3.1. Metodologia Operacional de Campo

A princípio foi desenvolvida para o campo na Lagoa Maior uma metodologia, Figura 36, proposta pelo autor que em posse de um barco com motor de popa elétrico e remo, percorresse 6 retas (3 longitudinais e 3 transversais) de borda a borda, fazendo as coletas de dados X (longitude), Y (latitude) e Z (profundidade) de 10 em 10m.



Figura 36: Metodologia de campo para obtenção da batimetria.
Fonte: adaptado do Google Earth Pro (2014)

Os equipamentos responsáveis pelas análises foram um Sonar CUDA 300, um GPS Garmin modelo 76CSX, um barco de alumínio Marinné, um motor de popa elétrico MINN KOTA Turbo alimentado por uma bateria automotiva Júpiter de 48 amperes.

O Sonar CUDA 300 (Figura 37A) é também um ecobatímetro, pois determina a profundidade através da emissão de um laser pelo sensor acoplado a popa do barco ou em algum suporte e utilizando o calculo de tempo/velocidade determinará a profundidade local. O visor é monocromático e bem didático facilitando a coleta de dados, e seu funcionamento acontece por meio de uma bateria de 12 volts que estará a bordo.

O GPS Garmin 76CSX (Figura 37B) é um sistema de posicionamento global que através de sinais recebidos e emitidos por satélites informa a posição local. Tem uma margem de erro de 3m e através dele a distância planejada de 10 em 10m para geração de dados que será obtida.

O motor de popa elétrico MINN KOTA Turbo (Figura 37C) possui 5 velocidades e uma potência de 36lbs, indicado para barcos de até 16 pés (5,5m), o barco utilizado possuía 5 metros modelo alumínio Marinné.



Figura 37: (A) Sonar CUDA 300. (B) GPS Garmin 76CSX. (C) Motor elétrico MINN KOTA Turbo alimentado pela bateria automotiva Júpiter.

Os equipamentos em mãos e calibrados deu início aos transectos. As 6 retas foram percorridas, o sensor a laser do sonar ficou praticamente todo o tempo dentro d'água, e sendo anotados de 10 em 10 metros os dados de longitude e latitude pelo gps, Figura 38.



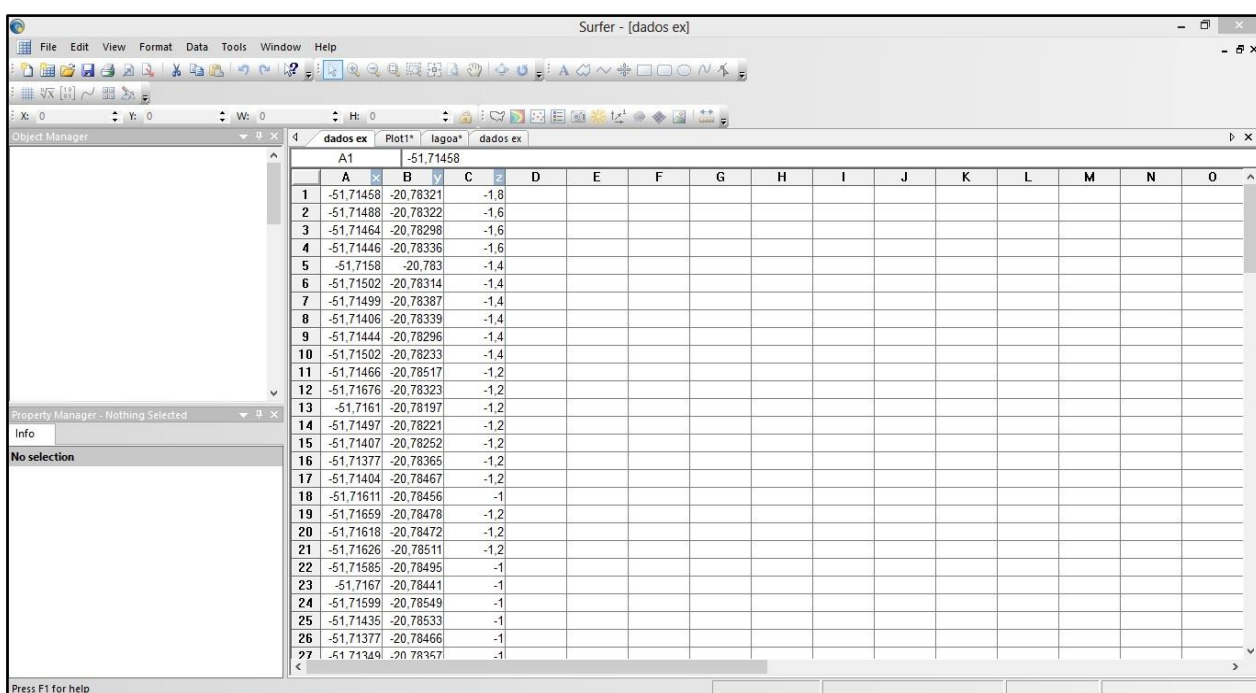
Figura 38: (A) Sensor submerso para captação de dados. (B) Resultado fornecido no visor do sonar. (C) Longitude e latitude sendo captada pelo gps.

3.3.2. Metodologia Operacional de Laboratório

Em gabinete através de um computador pessoal e dos softwares Global Mapper 15 desenvolvido pela Blue Marble Geographics, Excel 2010 da Microsoft Corporation e Surfer 11 criado pela Golden Software, criou-se um mapa batimétrico georreferenciado, ilustrativo com a profundidade e um modelo digital em três dimensões (3D) georreferenciado caracterizando a Lagoa Maior. Os dois resultados têm como base a batimetria feita nas lagoas da cidade de Fortaleza em 2006 pela equipe LABOMAR por encomenda da Prefeitura Municipal.

Mapa Batimétrico

A obtenção do mapa batimétrico começou com a geração em Excel no formato de tabela de todos os 138 pontos cotados, cada ponto possuía longitude X, latitude Y e profundidade Z. Assim, discriminados todos os pontos, permitiu a exportação da tabela para dentro do Surfer 11, Figura 39.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	-51.71458	-20.78321	-1.8												
2	-51.71488	-20.78322	-1.6												
3	-51.71464	-20.78298	-1.6												
4	-51.71446	-20.78336	-1.6												
5	-51.71558	-20.783	-1.4												
6	-51.71502	-20.78314	-1.4												
7	-51.71499	-20.78387	-1.4												
8	-51.71406	-20.78339	-1.4												
9	-51.71444	-20.78296	-1.4												
10	-51.71502	-20.78233	-1.4												
11	-51.71466	-20.78517	-1.2												
12	-51.71676	-20.78323	-1.2												
13	-51.71611	-20.78197	-1.2												
14	-51.71497	-20.78221	-1.2												
15	-51.71407	-20.78252	-1.2												
16	-51.71377	-20.78365	-1.2												
17	-51.71404	-20.78467	-1.2												
18	-51.71611	-20.78456	-1												
19	-51.71659	-20.78478	-1.2												
20	-51.71618	-20.78472	-1.2												
21	-51.71626	-20.78511	-1.2												
22	-51.71585	-20.78495	-1												
23	-51.7167	-20.78441	-1												
24	-51.71599	-20.78549	-1												
25	-51.71435	-20.78533	-1												
26	-51.71377	-20.78466	-1												
27	-51.71349	-20.78357	-1												

Figura 39: Dados X, Y e Z introduzidos em formato de tabela no software Surfer 11.

Dentro do software todos os dados são convertidos para o formato padrão do programa, surfer grid, e através da ferramenta NEW CONTOUR MAP permitiu-se a criação das curvas de níveis, Figura 40, com intervalos de 10 metros.

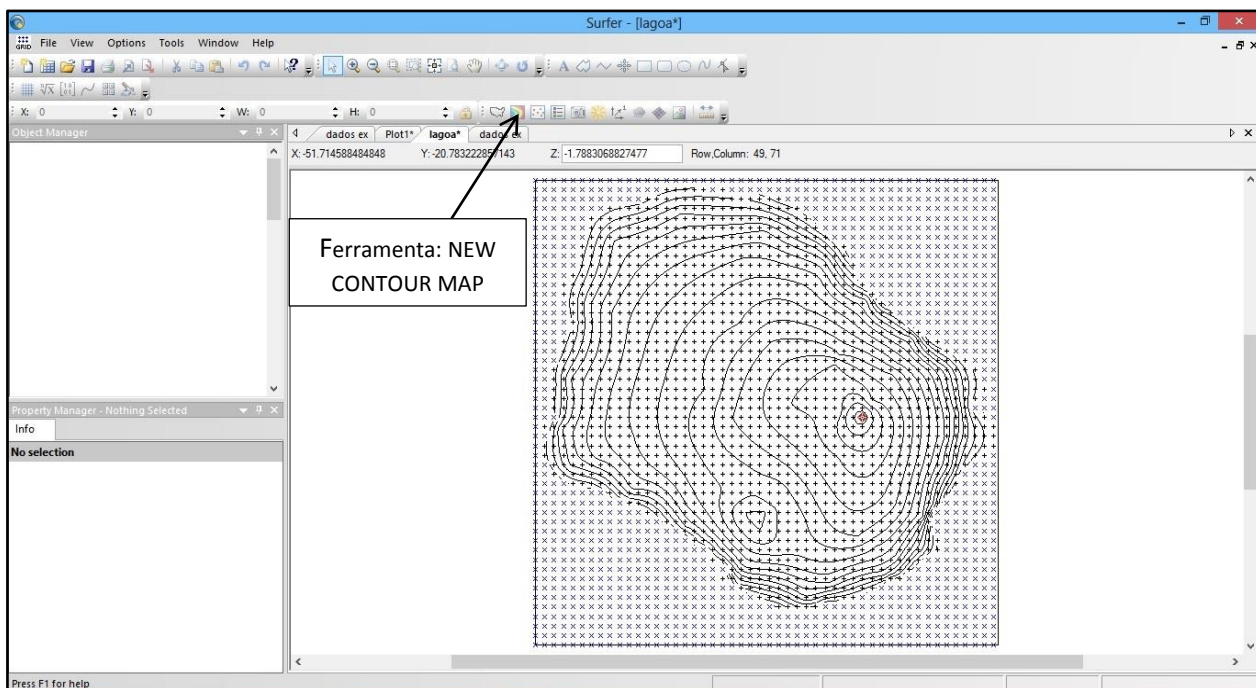


Figura 40: Geração das curvas de níveis utilizando a ferramenta NEW CONTOUR MAP no software Surfer 11.

Modelo Digital

A realização do modelo digital em três dimensões se fez tendo como base o mapa batimétrico já produzido. Os três valores já inseridos, X Y e Z, utilizou-se o recurso da ferramenta NEW 3D SURFACE para gerar o modelo, Figura 41, e padronizando com as cores que o programa fornece para batimetrias.

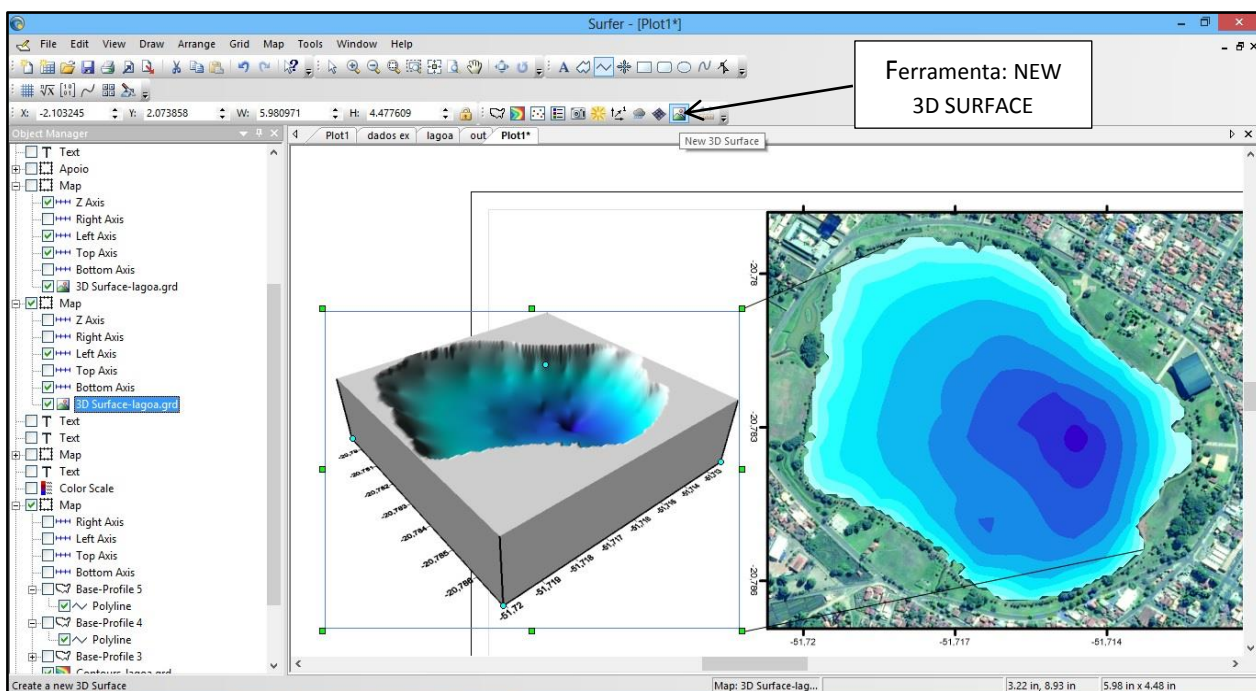


Figura 41: Geração do modelo digital em três dimensões utilizando a ferramenta NEW 3D SURFACE no software Surfer 11.

3.4. Qualidade Físico Químico da RDLM

Para o monitoramento mensal da qualidade físico e químico da RDLM primeiramente foi selecionado os parâmetros a serem monitorados mensalmente, no período de **Abril de 2013 a Março de 2014**, totalizando um ano. Em seguida, foram selecionados os pontos amostrais de monitoramento, posteriormente foi elaborada a metodologia operacional de campo, por fim, o enquadramento e limitações de uso de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA.

3.4.1. Parâmetros Físicos Químicos de Qualidade das Águas da RDLM

Utilizou-se de 9 parâmetros de qualidade, Quadro 05, tendo como parâmetro indicador principal, o Oxigênio Dissolvido – OD. Os demais parâmetros complementares formam o potencial hidrogeniônico - pH, condutividade elétrica - CE, turbidez, sólidos totais dissolvidos - TDS, potencial de óxido de redução - ORP, salinidade e temperatura do ar e da água. Parâmetros estes de fácil mensuração em campo a baixo custo, possibilitando informações rápidas e confiáveis.

Quadro 05: Parâmetros utilizados para a qualidade físico químico das águas superficiais da RDLM.

Parâmetro	Unidade	Equipamentos
Oxigênio Dissolvido - OD	Miligramas por litro - mg/L	HORIBA U-50
Condutividade Elétrica - CE	Micro-siemens - μ S	HORIBA U-50
Potencial Hidrogeniônico - pH	Moléculas por litro - mol/L	HORIBA U-50
Turbidez	Unidades Nefelométricas de Turbidez - NTU	HORIBA U-50
Potencial de Óxido e Redução - ORP	Mili-volts – mV	HORIBA U-50
Totais de Sólidos Dissolvidos - TDS	Partes por milhar - ppt	HORIBA U-50
Salinidade	Gramas por kilograma - g/kg	HORIBA U-50
Temperatura do Ar	Grau Celsius - °C	HORIBA U-50
Temperatura da Água	Grau Celsius - °C	HORIBA U-50

3.4.2. Amostragem da Qualidade Físico Químico da RDLM

Para a mensuração desses parâmetros utilizou-se o analisador multiparâmetro de qualidade de água Horiba, modelo U-50, Figura 42, dotado de tecnologia atual obtém a mensuração por meio de sensores que por ondas eletroeletrônicas processam internamente os resultados, sendo capaz de indicar 11 parâmetros.

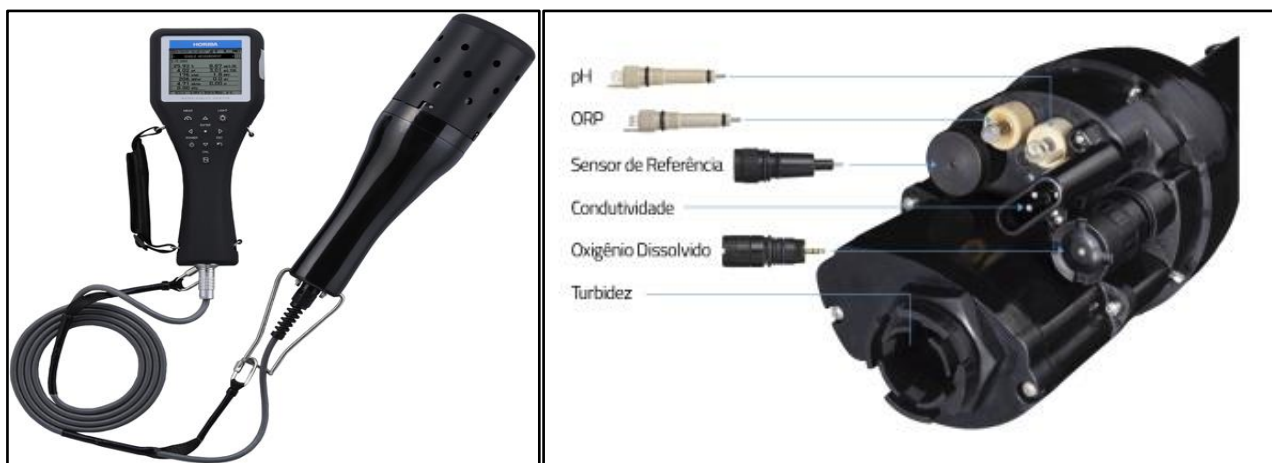


Figura 42: Horiba U-50 e seus sensores geradores de dados.

Mensalmente foi feita, por intermédio de um reagente, a calibração do equipamento por recomendação do fabricante e a limpeza do mesmo. O armazenamento da Horiba é feito em temperatura ambiente.

3.4.2.1. Seleção dos pontos de Amostragem

Os pontos amostrais de monitoramento foram selecionados conforme sua importância para a qualificação das águas da RDLM são eles: caixas de retenção de água instaladas as margens da Lagoa Maior para retenção do material sedimentar carregado pelas águas pluviais e/ou residenciais e comerciais até a lagoa; entrada da água das caixas de retenção na Lagoa Maior; ligação da Lagoa do Meio a Lagoa maior, para complemento de vazão na estiagem; saída da Lagoa Maior, para continuidade de fluxo do canal principal do córrego da Onça. Totalizando em 12 pontos amostrais de monitoramento, Figuras 43 e Quadro 06.

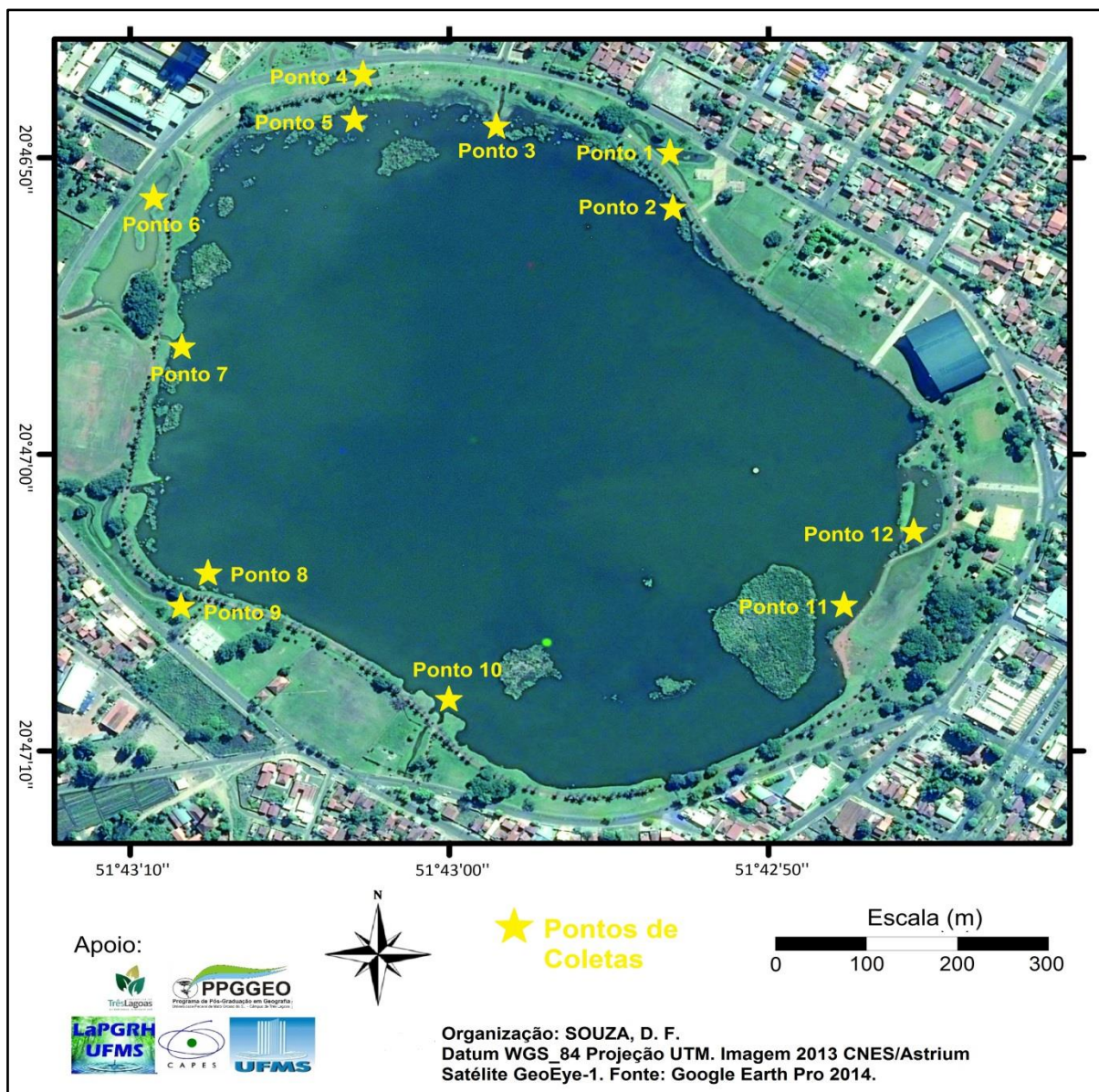


Figura 43: Mapa com a localização dos pontos amostrais de monitoramento.

Quadro 06: Localização e caracterização dos pontos de amostragem.

Pontos	Coordenadas	Caracterização	
1	S 20° 46' 47.7" W 51° 42' 54.3"	Caixa de retenção ao lado da academia ao ar livre da melhor idade	
2	S 20° 46' 49.9" W 51° 42' 53.1"	Lagoa em frente à academia da melhor idade	

3	S 20° 46' 45.9" W 51° 42' 59.2"	Entrada de água da Lagoa do Meio	
4	S 20° 46' 44.9" W 51° 43' 03.5"	Caixa de retenção de frente ao antigo Empório da Lagoa, atual Müller.	
5	S 20° 46' 45.9" W 51° 43' 04.2"	Lagoa de frente ao antigo Empório da Lagoa, atual Müller.	
6	S 20° 46' 49.2" W 51° 43' 10.4"	Caixa de retenção de frente ao Hotel OT.	
7	S 20° 46' 54.6" W 51° 43' 10.2"	Lagoa de frente ao Condomínio inacabado.	
8	S 20° 47' 04.2" W 51° 43' 09.6"	Caixa de retenção ao lado da pista de skate.	
9	S 20° 47' 03.9" W 51° 43' 09.5"	Lagoa de frente a pista de skate.	

10	S 20° 47' 08.3" W 51° 43' 01.3"	Lagoa saída de água para o Córrego da Onça.	
11	S 20° 47' 04.2" W 51° 42' 46.9"	Lagoa aterro de descanso e "alimentação" dos patos, marrecos e gansos.	
12	S 20° 47' 02.3" W 51° 42' 45.3"	Lagoa de frente a SEJUVEL e caixas (quadras) de areia.	

Elaboração: Do autor.

3.4.2.2. Metodologia Operacional de Campo

Para a operacionalização da mensuração em campo dos parâmetros químicos e físicos das águas da RDLM, foram selecionados dias ao longo dos 12 meses de monitoramento, sempre de preferência na terceira semana de cada mês, Quadro 07. Um dia antes de cada campo os equipamentos Horiba U-50 e molinete FP-102 eram preparados como também os frascos para coleta de amostras de água para mensuração dos sedimentos em suspensão. O campo iniciou-se sempre das 8:00 às 11:00 horas, começando sempre do ponto 1, caixa de retenção da praça de exercícios da melhor idade até o ponto 12, lagoa de frente a SEJUVEL.

Quadro 07: Dados temporais aplicados ao período de coletas

Meses	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14
Data	10/04	23/05	03/07	30/07	28/08	27/09	24/10	28/11	06/12	30/01	06/02	20/03*
Hora**	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00

*Chuva no dia anterior. **Horário aproximado.

A Figura 44 caracteriza os diferentes locais na Lagoa Maior para a realização das amostragens.

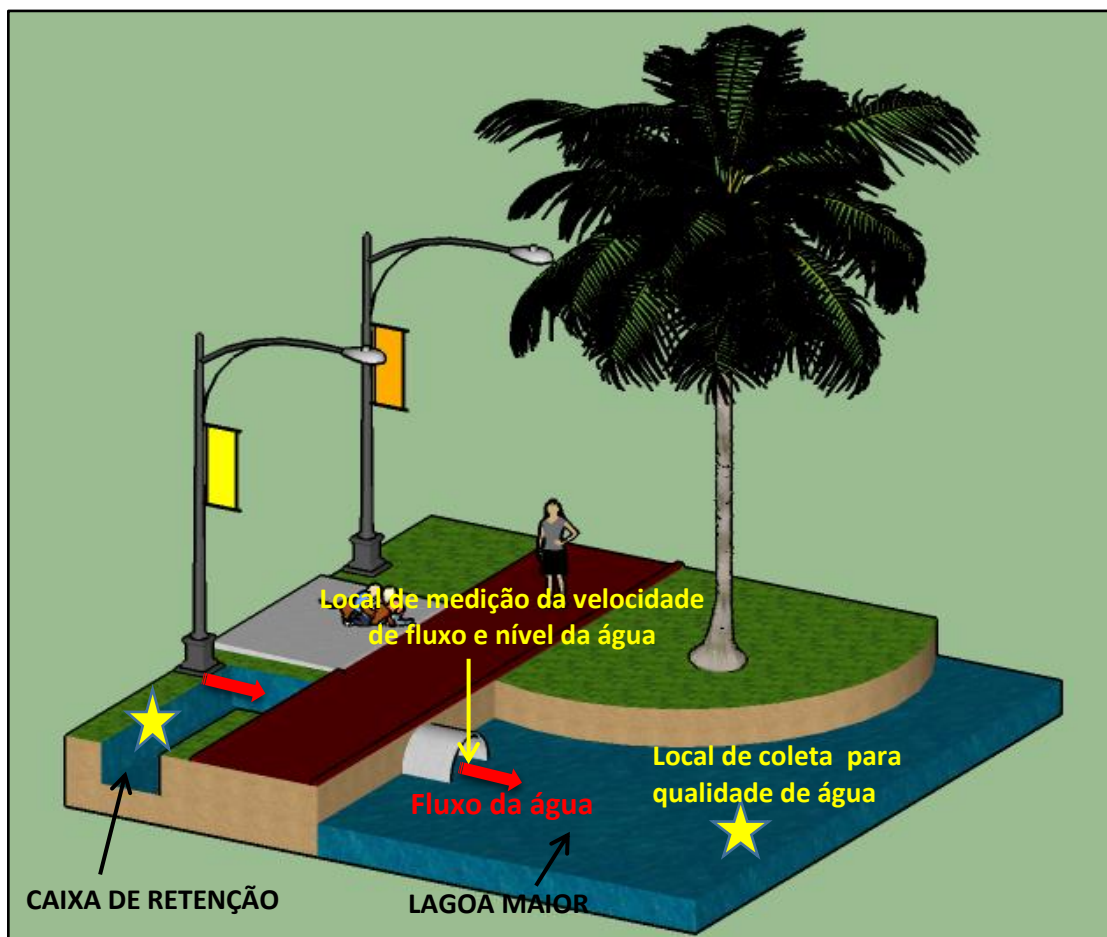


Figura 44: Modelo esquematizado para metodologia realizada na Lagoa Maior.
Elaboração: Do autor (2014).

O processo de coleta era realizado em dois procedimentos. Primeiramente, através de uma “ripa” de madeira e um frasco adaptado era extraída a amostragem de água, logo após em um recipiente introduzia a Horiba na amostra de água e em poucos segundos a mensuração estava feita (Figura 45).



Figura 45: Procedimentos de coleta e mensuração da água realizada *in loco*.

3.4.3. Qualificação e Enquadramento da Qualidade das Águas da RDLM, Segundo Resoluções CONAMA

Para a análise da qualidade das águas superficiais da RDLM, foi utilizada a resolução 357 de 2005 do CONAMA, a 430 de 2011 não foi necessária, pois não existem dados oficiais que comprovem o lançamento de efluentes domésticos, industriais ou de postos de gasolina, na referida lagoa.

A resolução 357 de 2005 estipula classes e valores para o enquadramento das águas doces superficiais para o Brasil, segundo sua qualidade física, química e biológica, para o trabalho, utilizou a adaptação efetuada por Pinto *et. al.* (2009), Quadro 08.

Quadro 08: Limites dos parâmetros analisados para enquadramento nas classes das águas doces no Brasil.

Classes	Limites para o Enquadramento
Especial	Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. OD > 10,0 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez até 20 NTU Condutividade Elétrica até 50 μ m TDS até 0,100 ppt ORP > 600 mv
I	OD 10 a 6 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 20 a 40 NTU Condutividade Elétrica 50 a 75 μ m TDS 0,100 a 0,200 ppt ORP 400 a 600 mv
II	OD 6 a 5 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 40 a 70 NTU Condutividade Elétrica 75 a 100 μ m TDS 0,200 a 0,400 ppt ORP 300 a 400 mv
III	OD 5 a 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 70 a 100 NTU Condutividade Elétrica 100 a 150 μ m TDS 0,400 até 0,500 ppt ORP 200 a 300 mv
IV	OD < 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez acima de 100 NTU Condutividade Elétrica > 150 μ m TDS > 0,500 ppt ORP < 200 mv

Elaboração: Pinto *et. al.* (2010) adaptado da Resolução nº. 357/05 do CONAMA.

Para a melhor compreensão das classes de limitações de uso de águas doce do CONAMA, resolução 357/2005, foram estipuladas para cada classe, cores específicas adaptadas do índice de qualidade das águas – IQA (Tabela 01).

Tabela 01: Cores estipuladas por classe.

Classes	Cores
Especial	Azul
I	Verde
II	Laranja
III	Vermelho
IV	Roxo

Elaboração: Do autor (2014).

O Quadro 09 mostra que a resolução 357 de 2005 também em suas classes estipulam limitações e recomendações para seus principais usos das águas doces no Brasil.

Quadro 09: Principais Classes de Limitações de Uso das Águas Doces no Brasil.

Classes	Principais Usos
Especial	Consumo humano com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA n. 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA n. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
III	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
IV	Navegação e à harmonia paisagística

Fonte: Resolução nº. 357 do CONAMA de 17/03/2005.

Os resultados do monitoramento mensal da qualidade das águas superficiais da RDLM foram tabelados por parâmetros e possibilitou o seu enquadramento em três ambientes, por caixas de retenção, por lâmina d'água e o enquadramento geral da Lagoa Maior.

3.5. Redação da Dissertação

Após todos os levantamentos, análises e elaborações propostas na Lagoa Maior foram tecidas as considerações finais e possíveis recomendações. E assim, finalizando com a produção e formatação da dissertação perante as normas da ABNT.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A Rede de Drenagem da Lagoa Maior, Três Lagoas/MS

O primeiro resultado que se fez necessário para caracterizar a Lagoa Maior foi a medição de vários indicadores métricos possíveis em gabinete, Tabela 02. Descrição:

Comprimento máximo (Cm); Largura máxima (Lm); Área (A); Volume (V); Profundidade máxima (Pm); Perímetro (P); Todos em unidade de medida de metros (m).

Tabela 02: Atributos aferidos na Lagoa Maior.

	Cm (m)	Lm (m)	A (m²)	Pm (m)	P (m)
Lagoa Maior	809,2	601,7	417.782,5	1,8	2.505,2

O período das coletas (abril de 2013 a março de 2014) teve março com 263,80mm como mês mais chuvoso para o período de um ano, seguido de dezembro com 242,80mm. Entretanto, janeiro e fevereiro caracterizam-se com um período seco, muito abaixo da média para ambos os meses. Agosto foi o mês mais seco, ficando somente com 0,60mm de precipitações na região de Três Lagoas, Figura 46.

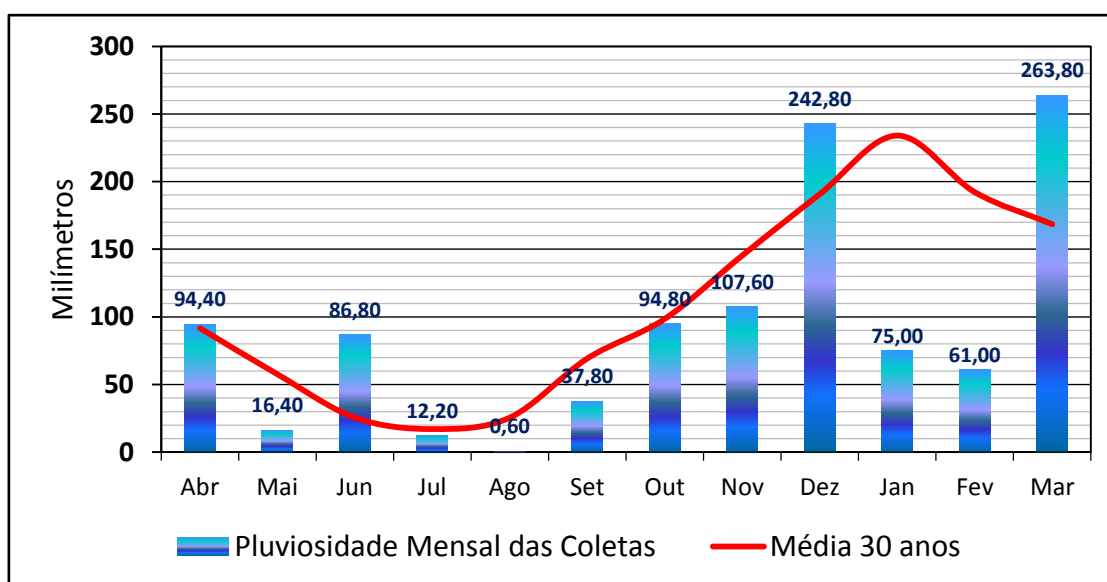


Figura 46: Pluviosidade mensal no período do monitoramento da qualidade físico química da água da Lagoa Maior, Três Lagoas/MS, Abril 2013 a Março 2014.

Fonte: Agraer (2014).

Todo o período de coletas totalizaram 1093,20mm³, um período bem abaixo da média da região que é de 1321,0mm³. Isso se caracteriza como um fator de influência negativa, pois o processo de solvência que a água assimila em diluir componentes fica mais escasso prejudicando a qualidade da água. Entretanto, o carreamento de sedimentos pela ação pluviométrica é menor e com isso o depósito no leito da Lagoa Maior tende a ser menos.

A variação do nível da água na Lagoa Maior teve alternância em até 21cm, Figura 47. O mês com o menor nível condiz com o de maior precipitação, março. Já o menor nível da lâmina d'água se deu em novembro, porém o mesmo mês teve o quarto maior índice de pluviosidade. Isso se explica pelo fato de os meses que antecedem novembro, principalmente julho e agosto foram bastante secos, influenciando no acúmulo da água nos meses seguintes.

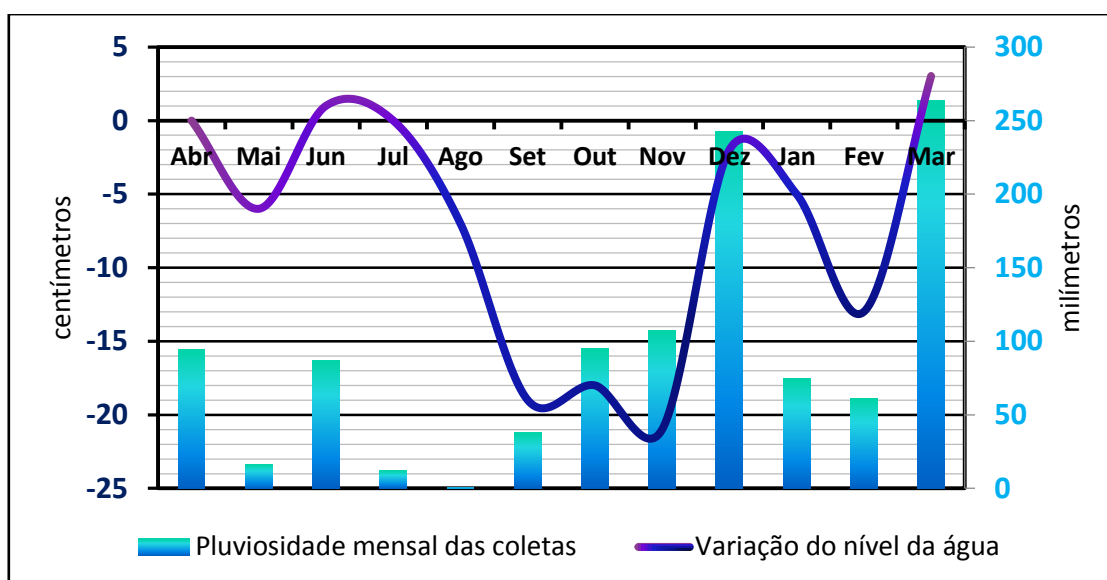


Figura 47: Variação do nível da água no período do monitoramento, Abril 2013 a Março 2014.

4.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da RDLM

Mensal

A presença dos sedimentos transportados em suspensão resultou em números expressivos. A quantificação mensal mostrou que os meses mais chuvosos, março e dezembro, no período das coletas foram os que tiveram maior transporte de sedimentos. Contrapondo com o menor valor, agosto e julho, carrearam o menor índice de toneladas/mês, Figura 48.

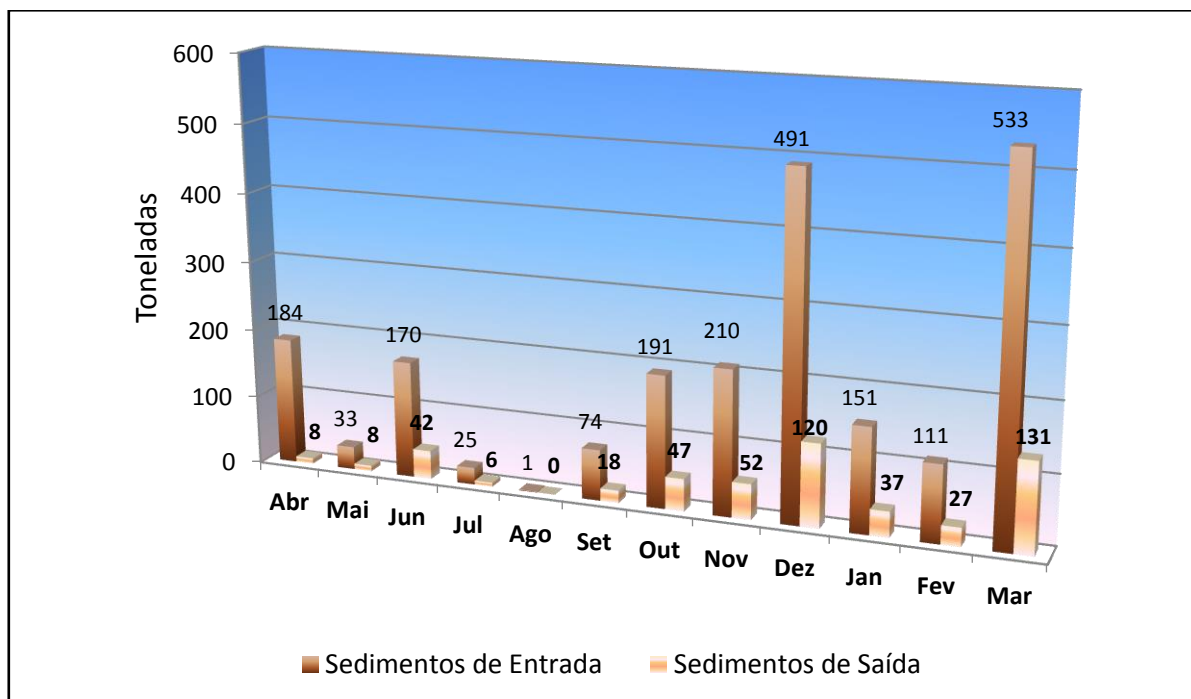


Figura 48: Quantificação mensal em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior.

A partir desses resultados confirmou-se que as chuvas têm influência fundamental no transporte. Pois, os meses com maiores valores também foram os mais chuvosos. Valendo também aos meses secos, que carregaram menos sedimentos.

Pontual

A quantificação de entrada dividida pelos 5 pontos fez-se mostrar uma variação entre os pontos, uma constante não foi vista, e sim, extremos. Os pontos T2 e principalmente o T3 foram responsáveis por mais de 80% do total de entrada, 2305,8 toneladas de sedimentos em um ano, Figura 49.

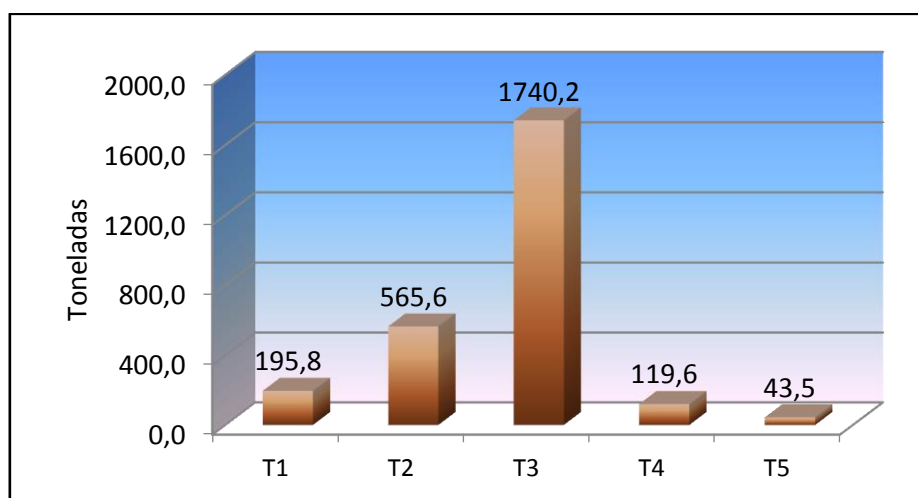


Figura 49: Quantificação pontual/anual em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior.

Total

Fazendo o balanço final para se conhecer a real situação da quantidade de entrada, saída e depósito de sedimentos, Figura 50 e 52, conclui-se que a deposição é bastante preocupante. As toneladas exatas depositadas foram de 2168,1 sedimentos, isso é que vale aproximadamente a 66 caminhões basculantes convencionais de areia sendo despejados no leito da Lagoa Maior.

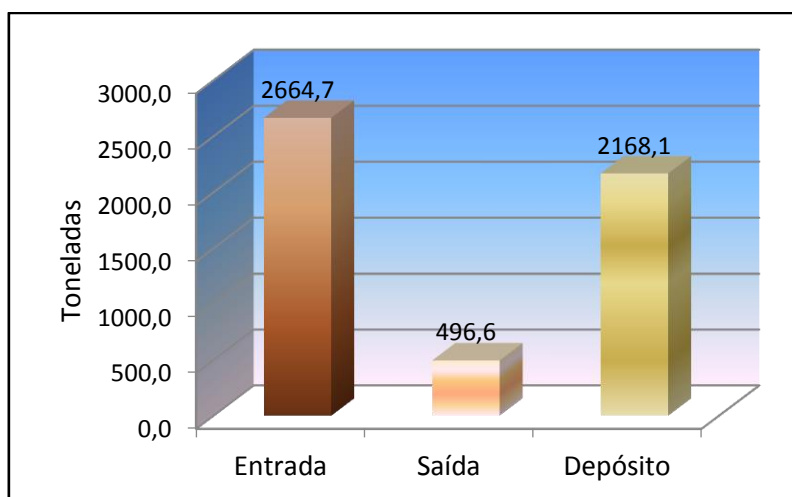


Figura 50: Quantificação comparativa de entrada, saída e depositada final, em toneladas dos sedimentos em suspensão presentes na Lagoa Maior.

Muitos desses sedimentos ocasionam danos graves à vida aquática, exemplo disso foi encontrado no T3 com a presença de sedimentos de origem industrial, usado em construção civil, o óxido de cálcio, ou popularmente conhecido como cal, Figura 51.



Figura 51: Sedimentos industriais (cal) em suspensão na limnologia da Lagoa Maior em Setembro de 2013.

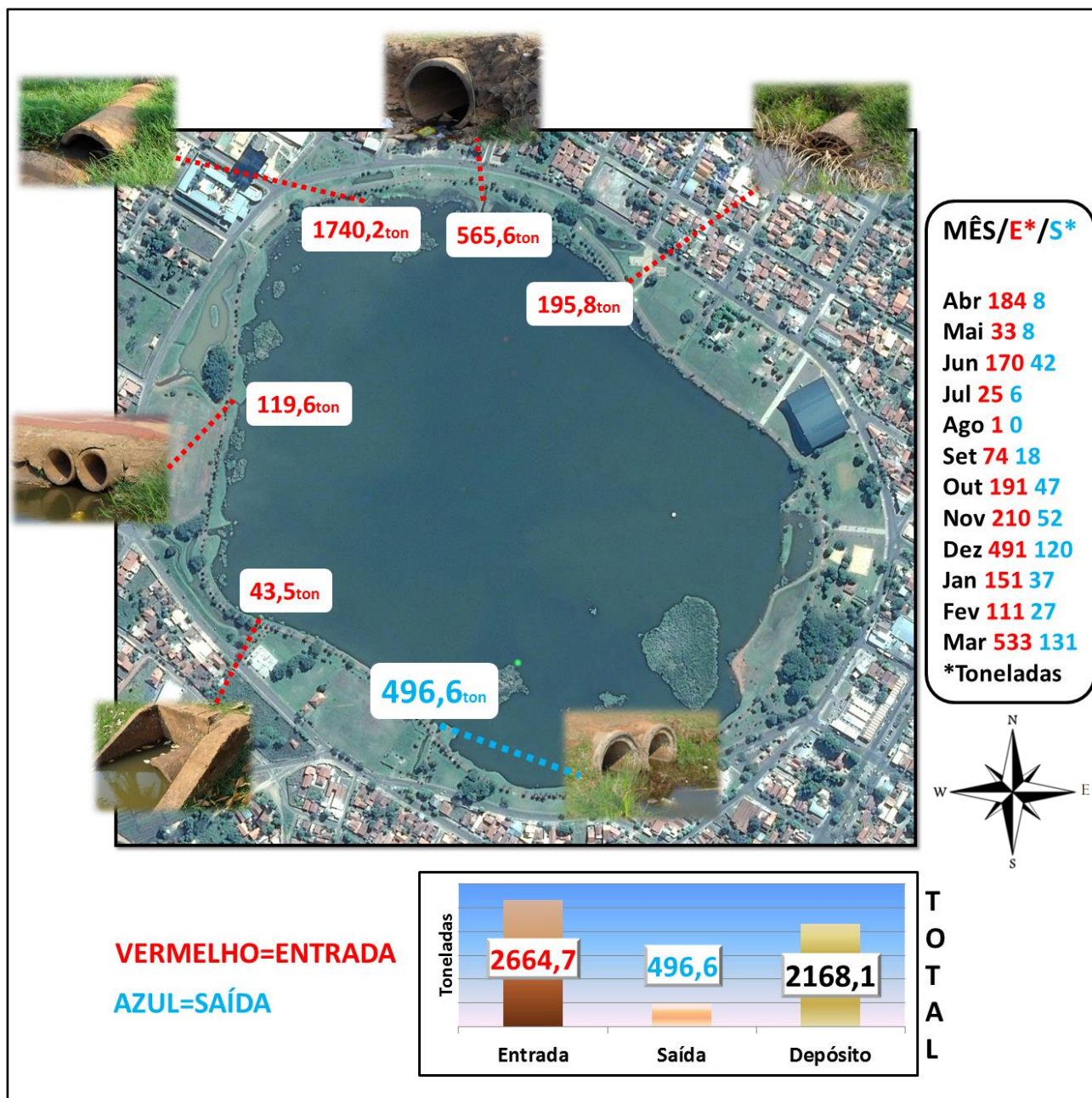


Figura 52: Mapa caracterizando a distribuição da sedimentação na Lagoa Maior em 1 ano.
Fonte: adaptado do Google Earth Pro (2014).

4.3. Levantamento Batimétrico da Lagoa Maior

A partir das aplicações dos procedimentos metodológicos propostos, obteve dois resultados fundamentais para comprovação concreta do assoreamento progressivo na lagoa: o mapa batimétrico e o modelo digital em três dimensões.

4.3.1. Mapa Batimétrico

A batimetria resultante mostrou uma profundidade média em 65 centímetros, e o

lugar mais profundo atingindo 1,80 metros, região próxima à fonte luminosa no interior da lagoa, Figura 53. O lado oeste apresentou as menores profundidades, pois é o principal receptor da drenagem de escoamento superficial que adentra a lagoa. O lado leste como recebe menos influência da drenagem apresentou a maior alternância na profundidade verificada, e conseqüentemente está menos assoreado.

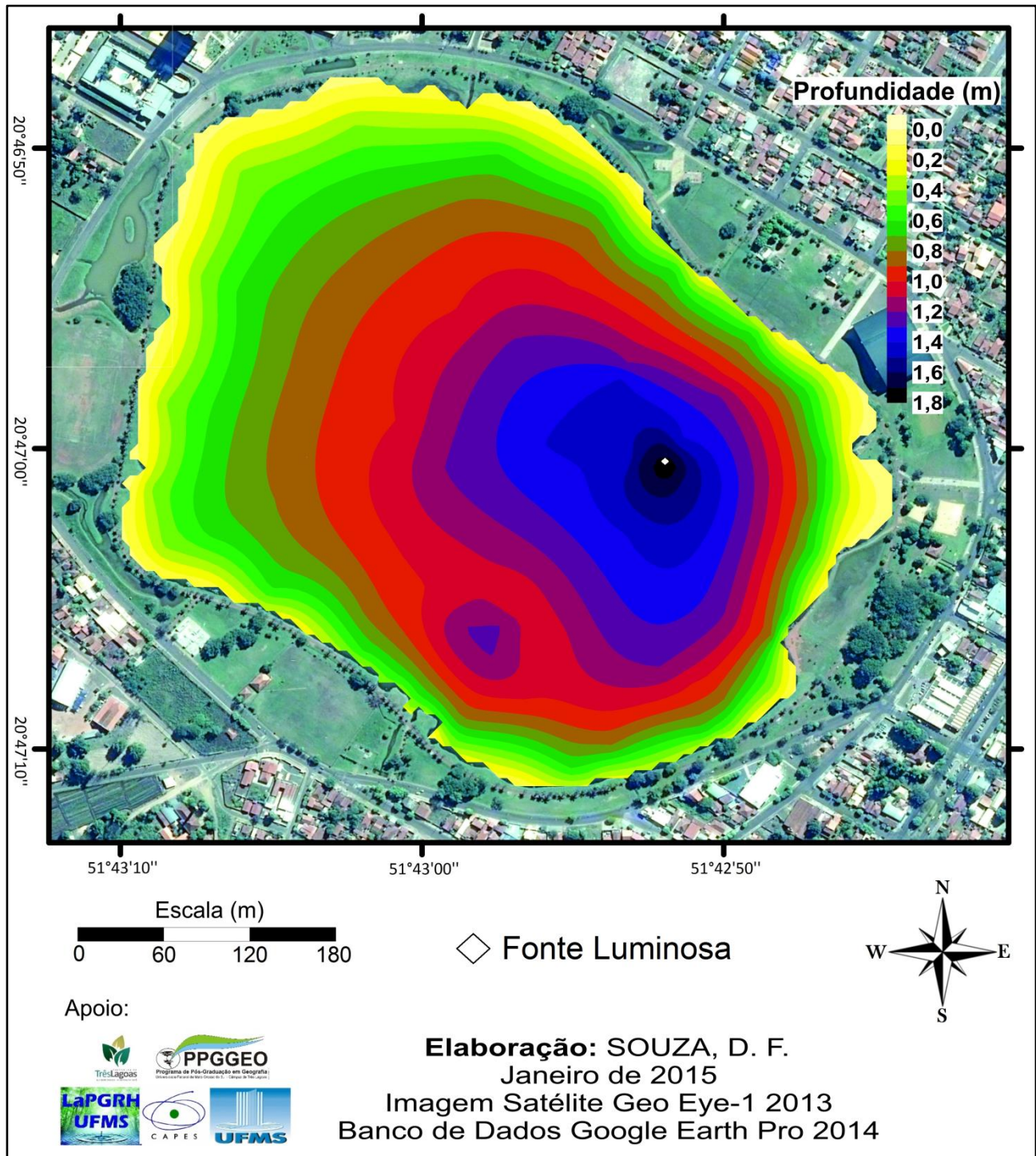


Figura 53: Mapa batimétrico resultante da batimetria realizada em janeiro de 2015.

A variação da profundidade partindo do lado noroeste, perfil longitudinal 1, aponta que somente após percorrer 200 metros adentro na lagoa é que se consegue a profundidade de 1 metro, Figura 54, isso evidencia o lado com maior influência de deposição de sedimentos.

4.3.2. Modelo Digital

A apresentação do modelo digital em três dimensões foi elaborada para ilustrar uma melhor compreensão da distribuição da profundidade que se encontra a Lagoa Maior em janeiro de 2015, Figura 55.

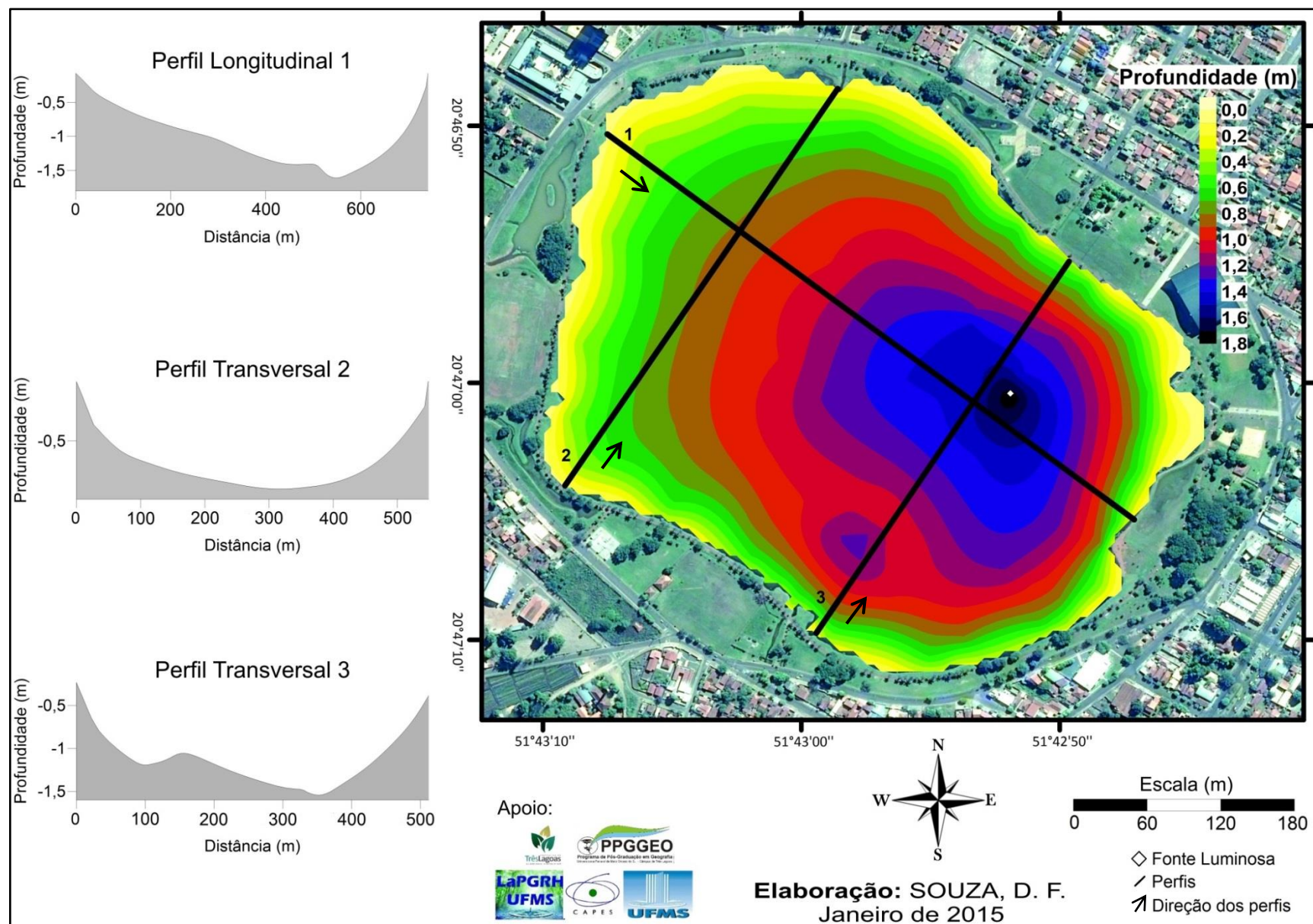


Figura 54: Mapa batimétrico e perfis longitudinal e transversais resultantes da batimetria realizada em janeiro de 2015.

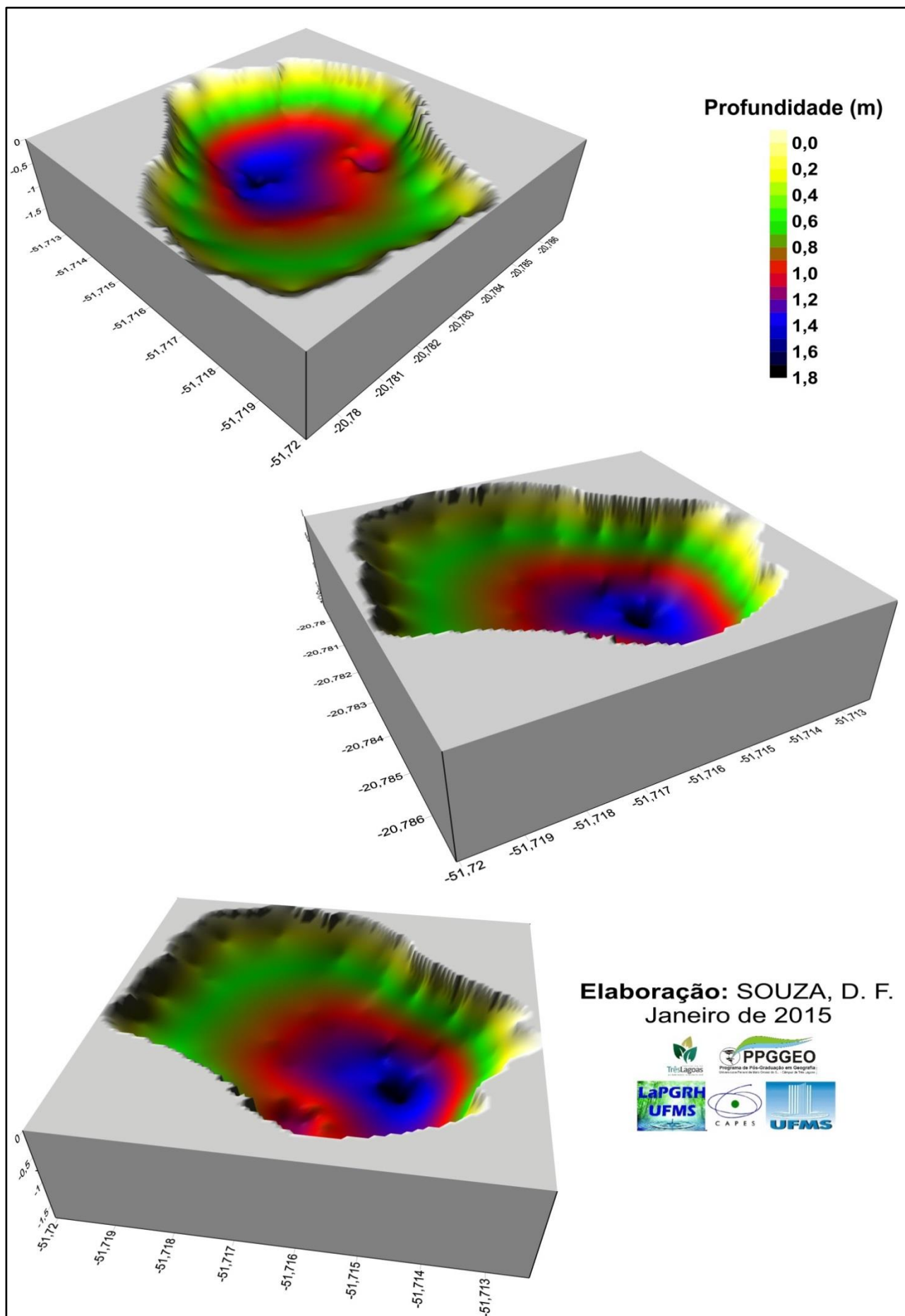


Figura 55: Modelo batimétrico resultante da batimetria realizada em janeiro de 2015.

4.4. Qualidade Físico-Químico da RDLM

De todos os parâmetros o Oxigênio Dissolvido é o parâmetro principal para avaliar as condições naturais da água superficial e detectar possíveis impactos ambientais, eutrofização e poluição orgânica. A partir das coletas geraram-se os resultados.

Oxigênio Dissolvido (O.D.)

O OD teve em suas coletas o predomínio da Classe II em seus resultados. Por meio dele a poluição presente na Lagoa Maior fica evidente, lembrando que quanto menor o valor de OD mais contaminada a água encontra-se. E, é no Ponto 3 que obteve os piores números, Tabela 03.

Tabela 03: Parâmetros Mensurados de Oxigênio Dissolvido nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Oxigênio Dissolvido (mg/L)													Média Ponto
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
1	5,9	7,55	8,79	7,12	SECO	SECO	SECO	SECO	7,72	9,11	SECO	7,78	7,71
2	9,7	8,99	6,1	8,1	8,6	8,54	7,16	5,17	7,14	9,09	8,97	9,69	8,10
3	6,95	8,39	5,81	5,13	6,27	5,8	4,45	4,35	7,64	3,47	6,47	6,74	5,96
4	5,4	9,69	7,81	7,49	8,33	7	6,90	6,50	7,04	6,66	6,24	6,65	7,14
5	6,17	7,25	6,32	7,43	7,04	6,64	6,69	6,43	6,61	6,54	4,50	6,44	6,51
6	4,13	10,2	8,02	7,77	6,3	6,8	7,00	7,00	6,59	6,51	6,94	6,36	6,97
7	6,07	6,2	8,37	5,89	6,09	6,12	6,02	5,82	6,29	6,34	8,04	6,18	6,45
8	5,78	6,8	4,9	7,5	7,76	8,33	8,56	6,00	6,46	6,31	7,64	6,05	6,68
9	7,98	7,7	7,55	5,7	6,04	7,1	5,76	5,54	5,17	6,2	6,98	6,09	6,48
10	6,89	6,4	7,28	8,3	5,49	6,4	7,21	7,28	6,16	6,28	8,32	5,86	6,82
11	7,83	8,1	6,8	7,11	6,3	7,63	7,00	5,57	6,06	5,78	7,06	5,72	6,75
12	6,94	7,8	5,78	7,08	5,42	6,5	6,07	5,64	6,33	6,14	7,25	5,54	6,37
Média Mês	6,65	7,92	6,96	7,05	6,69	6,99	6,43	5,94	6,60	6,54	7,13	6,59	6,81

Elaboração: Do autor (2014).

O mês com pior média foi novembro e a melhor presenciada ficou em maio, Figura 56. Novembro não foi o mês com pior ou maior índice de chuvas, portanto, a má qualidade não tem influência pluvial, a principal explicação se dá por ação antrópica local ou influência das águas da Lagoa do Meio, que também vem sendo alterada pela ação do homem.

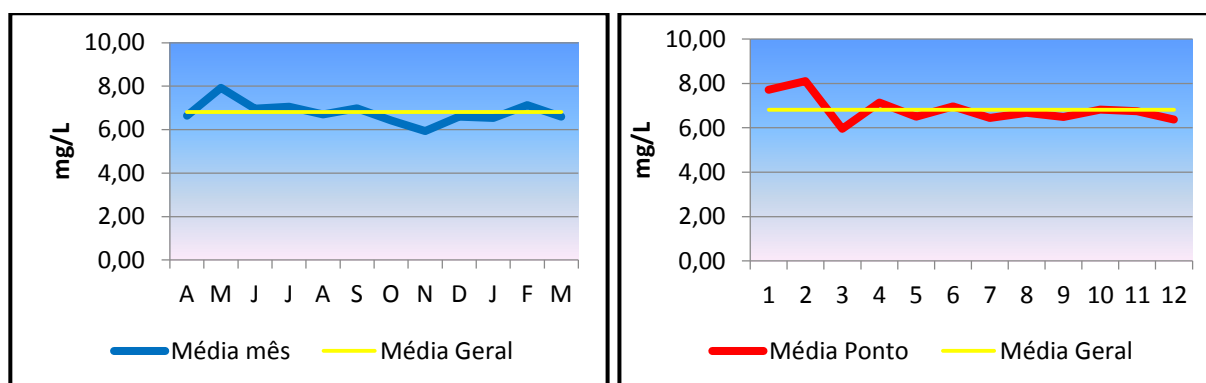


Figura 56: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do Oxigênio Dissolvido.

Condutividade Elétrica (C.E.)

A condutividade elétrica, capacidade da água em conduzir corrente elétrica, é um parâmetro que pode detectar a presença de descarga de resíduos de esgotos. O passado recente a Lagoa Maior sofreu com ligações clandestinas de esgoto. Assim, foram medidos todos os pontos, e obtendo uma média final de 117,9µS, enquadrando na Classe III, Tabela 04.

Tabela 04: Parâmetros Mensurados de Condutividade Elétrica nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Condutividade Elétrica (µS)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	117	174	85	158	SECO	SECO	SECO	SECO	40	59	SECO	65	98,3
2	189	97	87	79	96	117	111	114	118	116	122	104	112,5
3	52	249	107	239	107	110	121	232	56	181	146	131	144,2
4	73	229	159	300	349	225	254	132	132	85	165	100	183,6
5	78	157	111	152	101	248	247	239	70	140	234	181	163,2
6	95	180	161	168	191	233	210	161	137	87	160	146	160,7
7	126	177	103	96	97	111	99	109	85	55	118	76	104,3
8	107	86	98	94	94	106	102	109	75	54	122	84	94,2
9	61	75	83	81	92	99	100	107	114	55	114	58	86,6
10	61	74	74	83	93	104	105	108	84	55	114	63	84,8
11	61	66	77	80	95	98	103	111	73	112	117	64	88,1
12	58	74	73	91	93	105	104	110	75	82	116	52	86,1
Média Mês	89,8	136,5	101,5	135,1	128	141,4	141,4	139,3	87,4	90,1	138,9	93,7	117,9

Elaboração: Do autor (2014).

A CE, em seu balanço hídrico mensal e pontual mostrou preocupação com o Ponto 4, pois obteve os piores valores enquadrando-se na Classe IV, Figura 57. O Ponto 4 é a

caixa de retenção de frente ao Müller (antigo Empório), justamente um local onde o escoamento de esgoto domiciliar e comercial, e o afloramento do lençol é presente. O ponto 5 também com C.E. ruim é o interior da lagoa onde recebe a influência da caixa de retenção do ponto 4. E, o ponto 6 é outra caixa de retenção receptadora do escoamento residual superficial e afloramento do lençol.

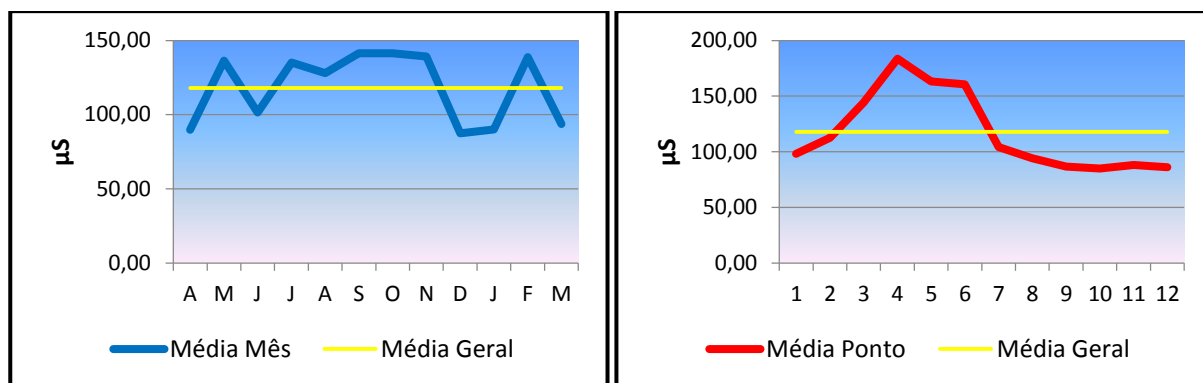


Figura 57: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral da Condutividade Elétrica.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é raramente alterado em ambientes aquáticos, exceto quando houve algum desastre ambiental. Como na Lagoa Maior ainda não ocorreu algo do tipo, o pH se manteve numa constante na Classe Especial, Tabela 05.

Tabela 05: Parâmetros Mensurados de Potencial Hidrogeniônico nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Potencial Hidrogeniônico (mol/L ⁻¹)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	6,35	7,58	8,65	8,71	SECO	SECO	SECO	SECO	5,85	6,50	SECO	7,12	7,25
2	5,80	7,04	7,13	8,26	7,51	8,54	8,10	7,40	7,45	8,59	7,02	8,30	7,60
3	6,72	6,69	6,93	6,20	7,31	7,50	7,23	6,57	6,05	5,48	5,68	6,28	6,55
4	6,92	7,20	6,82	7,09	8,37	7,90	7,45	6,70	7,76	5,61	5,86	6,45	7,01
5	6,69	6,77	6,77	6,40	7,79	6,51	6,40	6,25	7,56	5,58	5,37	6,31	6,53
6	7,01	7,19	7,12	6,68	7,59	7,16	7,25	7,30	6,68	5,90	6,02	6,79	6,89
7	7,33	7,45	7,24	7,78	8,14	7,43	7,89	8,02	6,68	6,13	6,88	7,04	7,33
8	7,32	7,30	7,20	8,33	7,85	8,02	8,03	7,82	6,40	6,50	6,06	7,08	7,33
9	7,51	7,30	7,67	8,83	8,04	8,24	7,99	7,79	6,02	6,66	6,89	7,09	7,50
10	7,60	7,61	7,53	9,05	8,73	9,12	8,98	8,77	6,54	7,20	6,66	7,35	8,05
11	7,08	7,40	7,66	8,95	8,70	8,94	8,95	9,03	6,33	7,99	7,30	7,68	8,00
12	7,40	7,52	7,90	8,88	8,67	9,01	9,00	9,01	6,79	7,87	7,56	7,47	8,09
Média Mês	6,98	7,25	7,39	7,93	8,06	8,03	7,93	7,70	6,69	6,67	6,48	7,08	7,35

Elaboração: Do autor (2014).

A Figura 58, confirma o balanço homogêneo mensal e pontual com variações entre 6 e 8 mol/L.

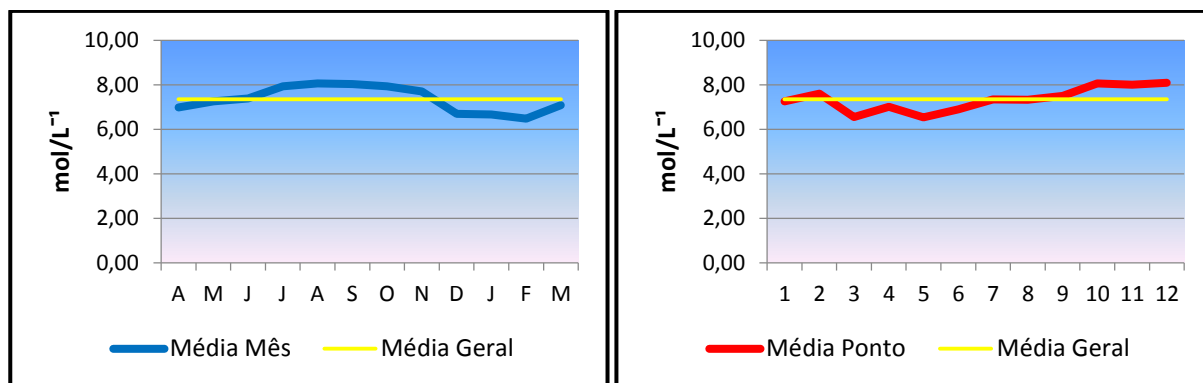


Figura 58: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do potencial Hidrogeniônico.

Turbidez

O constituinte principal responsável pela turbidez são os sólidos em suspensão, além de caracterizar poluição, tem função estética, sendo muitas das vezes relacionada com “sujeira” pela população leiga. A mensuração obteve os piores resultados entre todos os parâmetros, ficando totalmente na Classe IV, com 121,4NTU, Tabela 06.

Tabela 06: Parâmetros Mensurados de Turbidez nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Turbidez (NTU)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	30,7	16,8	28,9	150	SECO	SECO	SECO	SECO	16,5	208	SECO	41	70,3
2	37,7	28,8	35,2	31,6	39,2	38	40	116	64,7	97,4	162	112	66,9
3	38	15,7	90,5	240	440,8	78,2	77	32,8	72,2	66,4	102	111	113,7
4	234	235	69,7	26,3	84,2	254	211	111	233	226	223	177	173,7
5	31,1	12,3	25,6	8,7	62,8	90	92	88	82,1	63,7	41,3	206	67
6	206	153	67,1	36,1	76,9	64,7	62	67	89,5	137	197	149	108,8
7	199	81	51,6	38	22,8	89,4	80	70	73,2	128	147	143	93,6
8	145	73,4	90,7	58	79,1	108	101	106	118	135	180	137	110,9
9	21	52	45,6	41,6	36	93	91	82	67,9	125	176	156	82,3
10	17,9	24,6	35,6	36,5	38,2	49,7	47	68	82,6	129	184	240	79,4
11	47	23	30,1	35	38,3	46,7	54	64	98,5	102	128	145	67,6
12	30,6	18,3	28,6	34,9	36,6	45,8	60	66,3	90,5	115	139	186	71
Média Mês	86,5	61,2	49,9	61,4	86,8	87	83,2	79,2	90,7	127,7	152,7	150,2	121,4

Elaboração: Do autor (2014).

No balanço final da turbidez, o mês de Fevereiro e o Ponto 4 tiveram os piores índices, Figura 59. Outro destaque foi a medição no mês de Agosto no Ponto 3, onde o valor atingiu 440,8NTU.

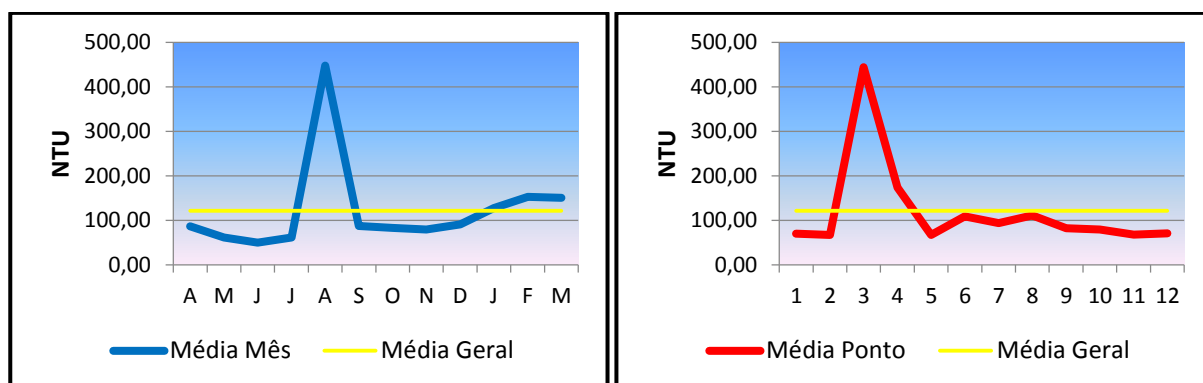


Figura 59: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral da Turbidez.

Potencial de Oxidação e Redução (O.R.P.)

O ORP ideal seria acima de 500mv, no entanto, na Lagoa Maior o índice mensurado foi preocupante. Aliado a turbidez, o ORP enquadrou-se na média geral Classe IV, Tabela 07, um fator de risco para a vida aquática.

Tabela 07: Parâmetros Mensurados de Potencial de Oxidação e Redução nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Potencial de Oxidação e Redução (mv)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	322	188	153	168	SECO	SECO	SECO	SECO	210	170	SECO	163	196
2	245	152	154	111	183	99	80	38	131	41	156	58	121
3	292	159	91	199	178	131	155	174	210	149	254	219	184
4	239	195	153	164	146	130	133	163	147	184	240	200	175
5	253	230	157	177	154	182	170	179	162	235	242	217	197
6	266	240	189	198	182	160	169	146	212	217	227	206	201
7	246	224	206	180	162	182	176	119	203	220	218	194	194
8	266	227	213	148	162	148	159	120	210	217	255	189	193
9	271	244	229	154	170	146	180	125	246	227	237	182	201
10	262	233	207	154	150	132	167	101	220	180	243	187	186
11	288	277	186	164	168	141	177	95	237	164	236	176	192
12	278	255	193	153	161	143	181	97	208	161	213	183	186
Média Mês	269	219	178	164	165	145	159	123	200	180	229	181	185,00

Elaboração: Do autor (2014).

O balanço comparativo mensal do ORP, destacou-se no mês de novembro com a pior média, já entre os pontos, o Ponto 2 onde existe uma grande concentração de matéria orgânica teve o menor ORP, Figura 60.

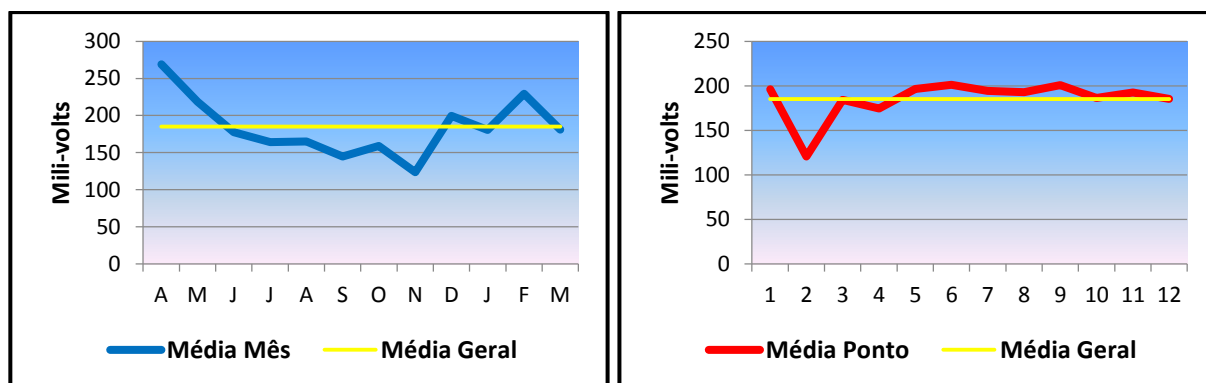


Figura 60: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral do Potencial de Oxidação e Redução

Totais de Sólidos Dissolvidos (T.D.S.)

O TDS, um valor coadjuvante, teve sua média final na Classe Especial, o melhor valor de qualidade, Tabela 08.

Tabela 08: Parâmetros Mensurados de Totais de Sólidos Dissolvidos nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Totais de Sólidos Dissolvidos (ppt)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	0,075	0,113	0,055	0,102	SECO	SECO	SECO	SECO	0,019	0,038	SECO	0,042	0,063
2	0,114	0,062	0,057	0,052	0,062	0,076	0,070	0,074	0,069	0,066	0,079	0,067	0,071
3	0,038	0,162	0,070	0,156	0,070	0,071	0,120	0,151	0,035	0,118	0,095	0,081	0,097
4	0,048	0,149	0,104	0,195	0,227	0,146	0,110	0,086	0,081	0,052	0,108	0,061	0,114
5	0,051	0,102	0,072	0,098	0,066	0,161	0,149	0,155	0,043	0,086	0,152	0,118	0,104
6	0,062	0,117	0,104	0,109	0,124	0,151	0,133	0,104	0,089	0,053	0,104	0,094	0,104
7	0,082	0,150	0,066	0,062	0,064	0,072	0,067	0,071	0,053	0,033	0,077	0,046	0,070
8	0,069	0,056	0,064	0,094	0,061	0,068	0,065	0,071	0,032	0,032	0,079	0,051	0,062
9	0,040	0,049	0,054	0,053	0,059	0,065	0,065	0,069	0,068	0,036	0,074	0,035	0,056
10	0,039	0,048	0,049	0,054	0,060	0,068	0,066	0,070	0,052	0,033	0,075	0,038	0,054
11	0,040	0,043	0,050	0,052	0,062	0,064	0,070	0,072	0,045	0,073	0,077	0,039	0,057
12	0,038	0,048	0,047	0,059	0,060	0,068	0,062	0,071	0,046	0,051	0,075	0,031	0,055
Média Mês	0,058	0,092	0,066	0,091	0,083	0,092	0,087	0,090	0,053	0,056	0,090	0,059	0,076

Elaboração: Do autor (2014).

O TDS quanto menor o valor mais benéfico é, o balanço final mensal e pontual

comparativo mostrou alternância entre Classe Especial e I, com predominância na Especial, Figura 61.

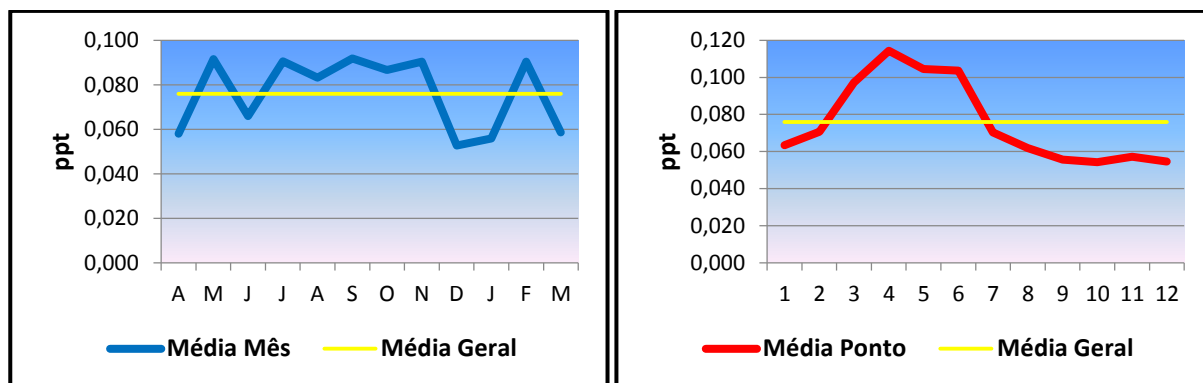


Figura 61: Balanço comparativo das médias mensal e pontual com a média geral de Totais de Sólidos Dissolvidos.

Salinidade

Os dados de salinidade mensurados ficaram em um valor aceitável e normal para um ambiente lântico antrópico. Um valor de 0,01 de média final, Tabela 09, não caracteriza uma grande presença de resíduos de origem doméstica ou comercial.

Tabela 09: Parâmetros Mensurados de Salinidade nas Águas Superficiais da Lagoa Maior em Três Lagoas/MS, 2013-2014.

Parâmetro de Salinidade (g/kg)													
Pontos	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média Ponto
1	0,01	0,01	0	0,01	SECO	SECO	SECO	SECO	0	0	SECO	0	0,00
2	0,01	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0	0,00
3	0	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01
5	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01
6	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01
7	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0	0,00
8	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0,00
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,00
11	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0	0,00
12	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0,00
Média Mês	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01

Elaboração: Do autor (2014).

Temperatura do Ar

Os valores da temperatura do ar no período da pesquisa se mantiveram normal, de acordo com a estação do ano. Definindo a caracterização do clima subtropical classificado por Koppen Aw, com verão quente e inverno ameno, Figura 62.

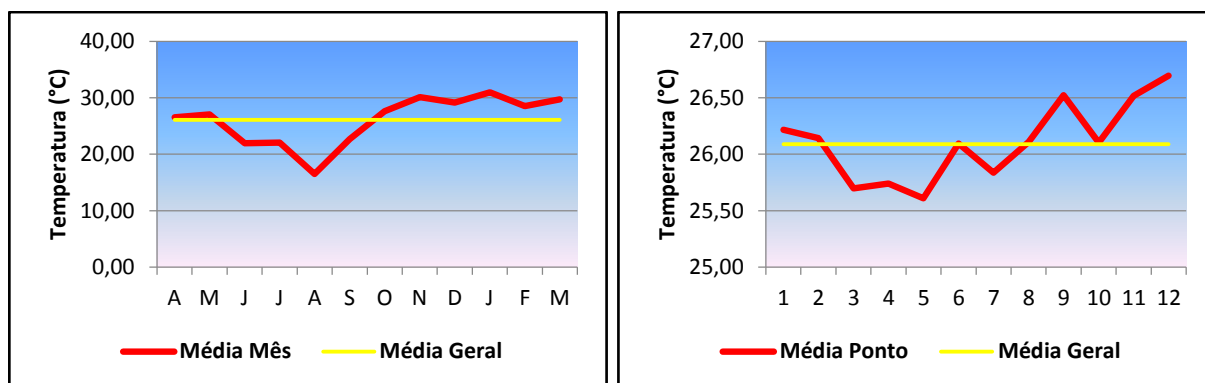


Figura 62: Variáveis mensais e pontuais da temperatura do ar no período das coletas.

Temperatura da Água

A temperatura da água que poderia expor alteração na transferência de calor por origem antropogênica induzida por despejos de esgotos domiciliares ou comerciais, não sofreu alteração significativa, se mantendo de acordo com a temperatura externa, Figura 63.

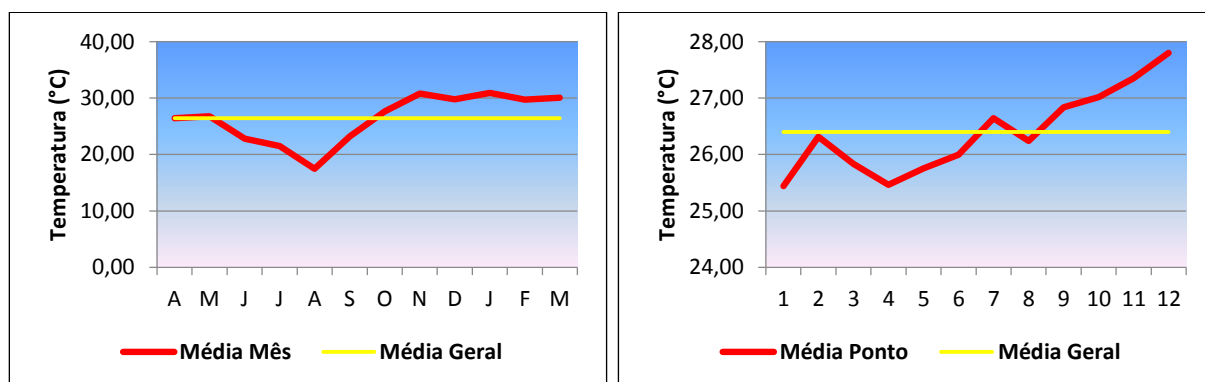


Figura 63: Variáveis mensais e pontuais da temperatura da água no período das coletas.

4.4.1. Enquadramento das Águas Superficiais da RDLM

Caixas de Retenção

As caixas de retenção tiveram em seu enquadramento final o mês de abril, Classe III, sendo o pior, juntamente com a estação do Outono. O Ponto 4 apresentou a maior

preocupação ficando na Classe III. Os Pontos 1 e 6 ficaram na Classe II, e o Ponto 8 com melhor enquadramento, Classe I. Num balanço final as caixas de retenção se enquadram no período de abril de 2013 a março de 2014 na Classe II, Tabela 10.

Tabela 10: Enquadramento das águas superficiais das caixas de retenção no entorno da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.

Estações →	Outono			Inverno			Primavera			Verão			
Pontos↓/Meses→	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média por Ponto
1	III	II	I	II	-	-	-	-	I	I	-	I	II
4	II	II	II	III	II	III	II	I	I	I	II	I	III
6	III	I	I	II	II	III	II	II	I	I	II	I	II
8	II	I	III	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I
Média Mensal	III	II	II	II	II	II	II	I	I	I	II	I	II

Elaboração: Do autor (2014).

Lagoa Maior

A Lagoa Maior, em sua lâmina de água superficial, ficou na Classe II. Contrapondo as caixas de retenção, a estação com o pior enquadramento foi a Primavera, seguida do Verão, Tabela 11.

Tabela 11: Enquadramento das águas superficiais do interior da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.

Estações →	Outono			Inverno			Primavera			Verão			
Pontos↓/Meses→	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média por Ponto
2	II	I	I	I	I	II	II	III	II	I	II	I	II
3	I	II	II	III	II	II	III	IV	I	IV	II	II	III
5	I	II	I	II	I	III	III	III	I	II	IV	II	III
7	I	II	I	II	I	I	I	II	I	I	I	I	I
9	I	I	I	II	I	I	II	II	III	I	I	I	I
10	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	II	I
11	I	I	I	I	I	I	II	II	I	II	I	II	I
12	I	I	II	I	II	I	I	II	I	I	I	II	I
Média Mensal	I	II	I	II	I	II	II	III	I	II	II	II	II

Elaboração: Do autor (2014).

RDLM

No enquadramento final da BHLM, os valores mostraram bastante alternância entre

os meses. As estações Inverno e Primavera tiveram a pior qualidade, ficando na Classe II. Os locais preocupantes no geral são o Ponto 3, entrada da Lagoa do Meio, o Ponto 4, caixão de retenção de frente ao Miller, e o Ponto 5, lagoa de frente a caixa de retenção do Miller. E, finalizando toda a RDLM com o enquadramento na Classe II, Tabela 12.

Tabela 12: Enquadramento das águas superficiais geral da Lagoa Maior, Três Lagoas, segundo a classificação CONAMA, no período de abril de 2013 a março de 2014.

Estações →	Outono			Inverno			Primavera			Verão			
Pontos↓/Meses→	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média por Ponto
1	III	II	I	II	-	-	-	-	I	I	-	I	II
2	II	I	I	I	I	II	II	III	II	I	II	I	II
3	I	II	II	III	II	II	III	IV	I	IV	II	II	III
4	II	II	II	III	II	III	II	I	I	I	II	I	III
5	I	II	I	II	I	III	III	III	I	II	IV	II	III
6	III	I	I	II	II	III	II	II	I	I	II	I	II
7	I	II	I	II	I	I	I	II	I	I	I	I	I
8	II	I	III	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I
9	I	I	I	II	I	I	II	II	III	I	I	I	I
10	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	II	I
11	I	I	I	I	I	I	II	II	I	II	I	II	I
12	I	I	II	I	II	I	I	II	I	I	I	II	I
Média Mensal	II	I	I	II	I	II	II	II	I	I	II	I	II

Elaboração: Do autor (2014).

Os resultados classificaram a Lagoa Maior na Classe II, cujo abastecimento para consumo humano é sugerido após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA n. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto com a aquicultura e a atividade de pesca. Entretanto, a presença do *espongilito* inibe toda a atividade de contato primário com a água, inclusive a proibição do consumo de peixe oriundo do local.

A percepção da qualidade das águas superficiais de uma maneira geral, Figura 64, destaca o lado noroeste com a pior qualidade, e com o escoar das águas, pois o noroeste é o lugar topograficamente mais elevado, a qualidade melhora até o ponto de saída, o P10, alternando de Classe III para Classe I.

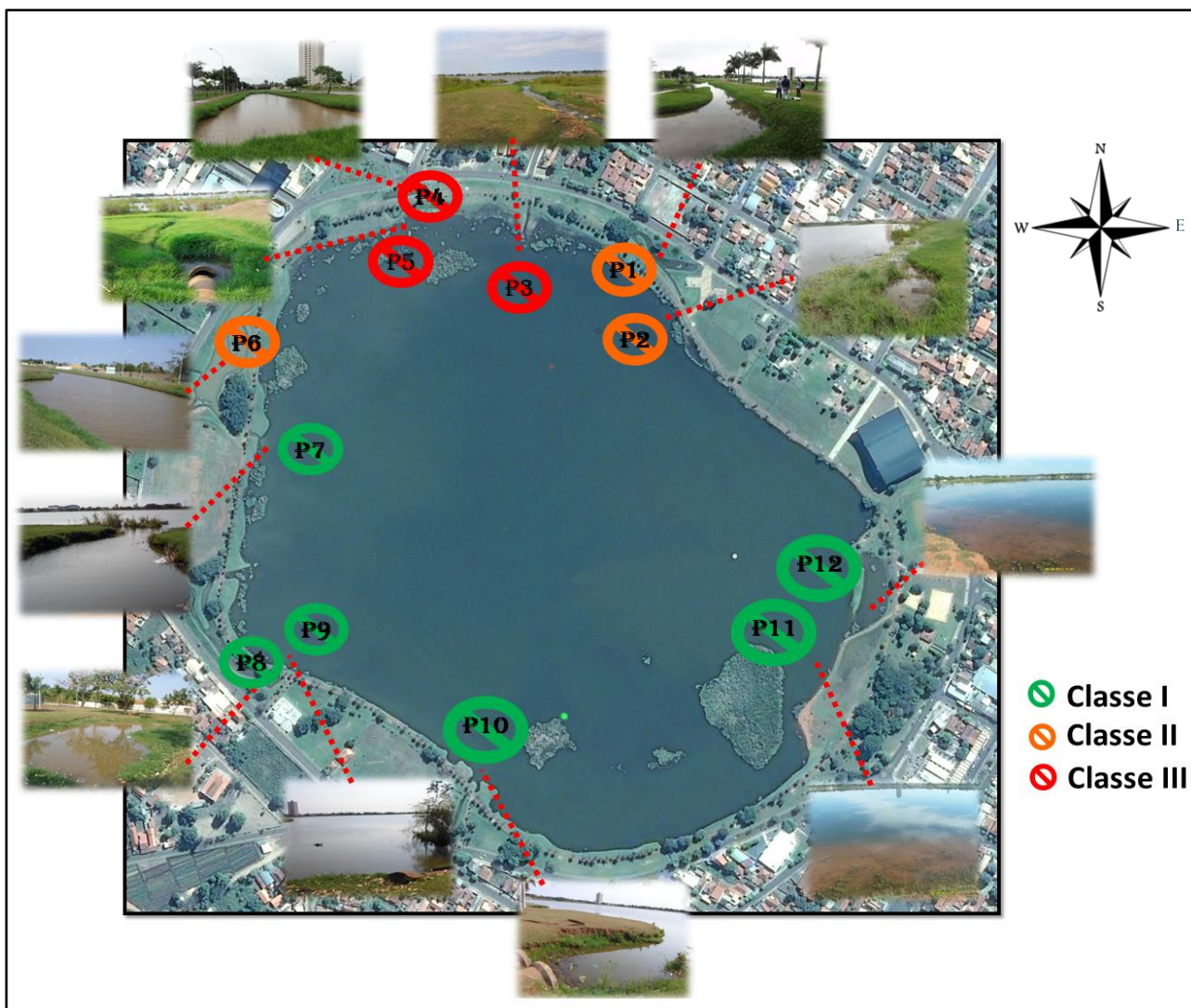


Figura 64: Mapa caracterizando a qualidade das águas superficiais com base ao CONAMA na Lagoa Maior em 1 ano.

O principal agravante que foi presenciado no período das coletas é o escoamento a céu aberto de águas residuais domésticas e comerciais na galeria pluvial, direcionadas a Lagoa Maior, Figura 65.

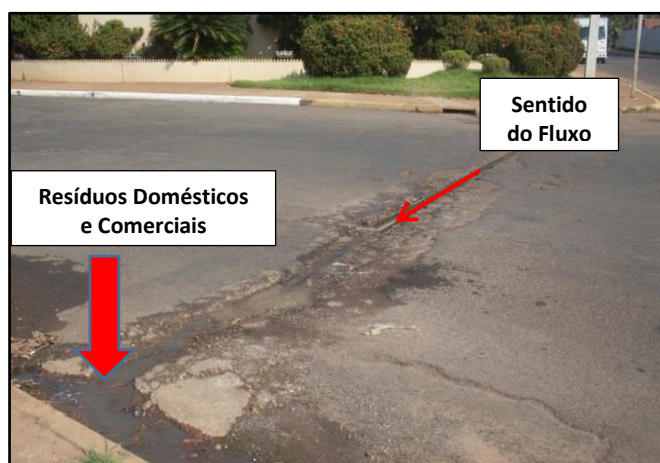


Figura 65: Resíduos domésticos escoando ao ar livre em direção a Lagoa Maior.

4.5. Consequências

O assoreamento progressivo confirmado na Lagoa Maior, já que trabalhos realizados em 2002 por pesquisadores da UFMS demonstrou uma profundidade máxima de 3 metros e em 2015 não passou de 1,80 metros, pode causar graves danos. Os problemas mais comuns como a diminuição da vida aquática e a probabilidade de secar o leito têm chances reais de acontecer.

O escoamento dos sedimentos pela ação das águas pluviais sem controle é o principal agravante para o assoreamento, mas outras atividades auxiliam o avanço. A presença de pouca mata ciliar na lagoa contribui com o efeito *splash* agindo no solo, e outro fator que foi observado é a degradação por pisoteio de animais, Figura 66, em sua ampla maioria por capivaras.



Figura 66: Solo danificado por pisoteio de animais em especial capivaras.

A limpeza feita no local realiza um corte de grama que na maioria das vezes é bem rasteiro, isso ajuda a contribuir para o aumento do assoreamento e diminui a barreira do efeito “splash” ocasionado pelos pingos da chuva. A limpeza também é responsável por produzir montes de resíduos da retirada da cobertura vegetal e “lixo” produzido pela população, que com o auxílio do vento acabam adentrando nas águas da lagoa.

A poluição que ainda não se mostra gravíssima foi notada em todo um ano de pesquisa. Problemas relacionados à decomposição de carga orgânica, principalmente esgoto doméstico, consequente de bactérias decompositoras ficaram visíveis em algumas épocas, uma espuma branca pairava com frequência ao balançar dos ventos na Lagoa Maior, Figura 67.



Figura 67: Espuma consequente da decomposição bacteriológica da carga orgânica.

Outro fator consequente e que vem acontecendo com frequência é a mortandade de peixes. Isso é reflexo da ação antrópica alterando o meio, possivelmente, é o Ponto 3 a origem da degradação como ilustra a Figura 68. Especulações reveladas pela população alegam que tenham sido descartados na Lagoa do Meio itens como animais mortos (cavalos, cachorros e bovinos), entulhos e até mesmo bateria automotiva.



Figura 68: Mortandade de peixes presenciada no Ponto 3, entrada da Lagoa do Meio.

CAPÍTULO 5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os dados podemos considerar que o transporte de sedimentos é normal em ambientes naturais, é um processo comum, entretanto quando esse processo é acelerado e/ou modificado gera danos ao lugar, é esse processo de modificação que a Lagoa Maior vem sofrendo progressivamente. O futuro desse processo ocasionará um assoreamento e provocará alteração na qualidade da água, diminuição da vida animal presente e uma possível secagem da Lagoa Maior.

A avaliação na qualidade e enquadramento das águas superficiais de um ambiente hídrico é de suma importância para a compreensão da sua dinâmica ambiental, visto que, toda área da rede de drenagem da Lagoa Maior se interagiu em seu baixo curso com a região modificada pela urbanização de Três Lagoas, assim causando possíveis alterações ambientais em suas características.

5.1. Sugestões Técnicas

A princípio, instalações de captação de esgotos decorrentes de resíduos domésticos e comerciais seriam responsáveis por uma queda brusca dos materiais orgânicos e inorgânicos que contaminam a unidade de conservação, minimizando a agressão ao meio, bem como elevando de modo substancial a qualidade ecológica da Lagoa Maior.

Outro método alternativo que poderia ser utilizado não somente na Lagoa Maior, mas sim no Complexo Lacustre e BHCO, seria a aplicação de carvão ativado granulado, ou carvão ativado pulverizado, encontra-se em uso crescente como um processo eficiente e econômico na purificação de despejos líquidos, principalmente na remoção de compostos orgânicos, cor, odor e sabor, por meio da absorção. Baseando em Caetano *et. al.* (2011), este processo de adsorção consiste na passagem de um líquido através de um leito estático, não fluidizado, de carvão ativado granular até que a capacidade de adsorção do adsorvente se esgote de tal forma que o líquido se encontre dentro dos padrões de qualidade de pureza exigida pela legislação ambiental.

Em relação aos sedimentos, uma solução viável seria a construção de comportas de controle para entrada e saída da água armazenada nas caixas de retenção e na Lagoa Maior, Figura 69. As caixas de retenção poderiam ser moldadas ao formato que facilitassem a decantação dos sedimentos em suspensão, e posteriormente, ter um

processo de limpeza frequente. As comportas teriam controle de vazão que manteriam o nível de água da Lagoa Maior homogêneo.

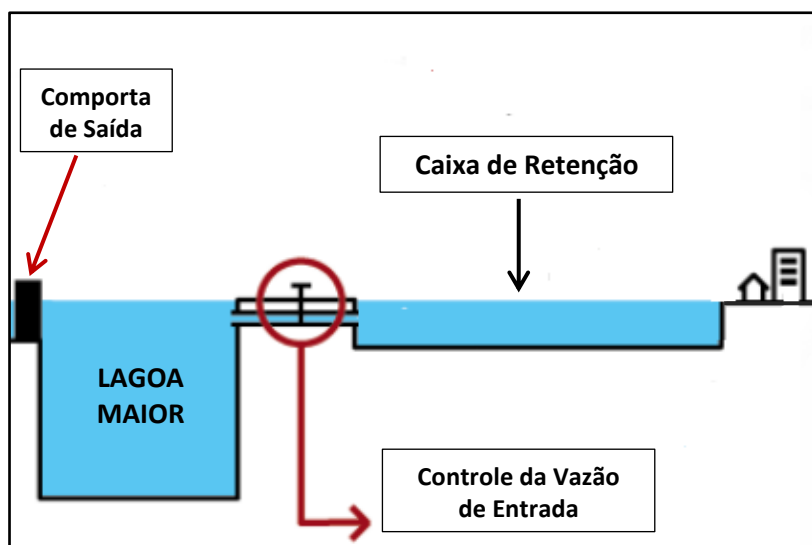


Figura 69: Sistema de comportas indicado para o controle de vazão na Lagoa Maior.

Fonte: Do autor (2014).

O Plano Diretor do município deixa bem claro em seu Artigo 25 diretrizes para ser praticadas, exemplo é o parágrafo “*III – promover a recuperação ambiental, revertendo os processos de degradação das condições do meio ambiente*”. O poder público de outorga e de fiscalização do município, na atual realidade, deixa a desejar com suas responsabilidades.

A Lagoa Maior hoje é definida como Área de Preservação Permanente (APP), entretanto projetos buscam a mudança do local para uma Unidade de Conservação de Uso Integral, transformando a Lagoa Maior em Monumento Natural. A mudança traria melhorias mediante o novo código florestal, mas a sociedade três-lagoense deve pensar e relacionar a realidade em:



A pesquisa, por fim, sugere a prática do monitoramento da qualidade das águas e transporte de sedimentos superficiais da BHLM utilizando-se dos parâmetros OD, pH, CE,

Turbidez, ORP, TDS, Salinidade e Temperatura, pois mostraram-se eficientes e como são de fácil realização em campo, a baixo custo, devendo ser adotados mensalmente, possibilitando o constante controle, avaliação e (re)planejamento de parques urbanos que envolvam recursos hídricos. Bem como, um trabalho social envolvendo a percepção da população sobre a área de preservação permanente, visando além da criação de indicador socioeconômico, histórico, cultural, a busca da cumplicidade da população local na sua recuperação, valoração e preservação

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J. C. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas/RS, 2013. 52p.

ÁLVARES, M. T.; FERNANDES, S. M.; PIMENTA, M. T.; VERÍSSIMO, M. R. **Monitorização Batimétrica em Albufeiras.** ESIG. Instituto da Água – Direção de Serviços de Recursos Hídricos. Lisboa, 2001.

ARANHA-SILVA, E. **Três Lagoas: Uma interpretação do rural com o urbano.** Dissertação de Mestrado em Geografia. UNESP. Presidente Prudente/SP, 1999. 130p.

ARAÚJO, S. C. S. SALLES, P. S. B. A.; & SAITO, C. H. **Modelos qualitativos baseados na dinâmica do oxigênio dissolvido para avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas.** Desenvolvido tecnológico e metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográficas. Departamento de Ecologia, UNB. Brasília/DF, 2004. p09-24.

BARTELLI, G. **Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na Bacia Hidrográfica da Arroio Garapiá – Maquiné/RS.** Monografia apresentada para obtenção do título de bacharel em engenharia ambiental. UNIVATES: Lajeado/RS, 2012. 60p.

BOLLMANN, H. A.; CARNEIRO, C.; & PEGORINI, E. S. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: ANDREOLI, C. V.; & CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados.** Curitiba/PR: Gráfica Capital, 2005. p83-119.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Agência Nacional Das Águas – ANA.** Água na medida certa: Hidrometria no Brasil. Brasília/DF, 2012. 72p.

_____. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.** Resolução nº 357, de

março de 2005. Estabelece classificação para as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. DOU. N° 53. Seção 1. Brasília/DF, 2005. p.23

_____. **CONSTITUIÇÃO FEDERAL**. Governo Federal. Brasília/DF, 1988

_____. **Ministério do Meio Ambiente – MMA**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/legislacao>. Acesso em fevereiro de 2014.

_____. **Ministério do Meio Ambiente – MMA**. Área de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente>. Acesso em abril de 2015.

CAETANO, J. A.; PEIXOTO, L. R.; & CARVALHO, M. T. **Qualidade da água da Lagoa da Pampulha**. Trabalho de conclusão de curso de bacharel em Engenharia de Produção. FEAMIG: Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2011/03/15/qualidade-da-agua-da-lagoa-da-pampulha/>. Acesso em fevereiro de 2014.

CARVALHO, A. G. B. M. **Proposição de Geoindicadores para Caracterização da Degradação do Meio Físico na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas/MS**. Dissertação de Mestrado. UNESP. Ilha Solteira/SP, 2010. 130p.

CARVALHO, N. O.; JÚNIOR, P. F.; SANTOS, P. M. C. S.; & LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentológicas**. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Brasília/DF, 2000.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Interciência. 2º ed. Atualizada e ampliada. Rio de Janeiro/RJ, 2008.

CARVALHO, T. M. **Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais**. Revista Brasileira de Geografia Física, vol.1, n1. Recife/PE, 2008. p73-85.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013** [recurso eletrônico]. Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. São Paulo/SP, 2014. 434p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf>. Acesso em maio de 2014.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. (Séries guias). Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. São Paulo/SP, 1987. 150p.

CHIAVENATO, I. **Introdução a teoria geral da administração**. 7ª Ed. São Paulo/SP: Campus, 2004.

CHRISTOFOLLETTI, A. **A teoria dos sistemas** In: Boletim de Geografia Teorética, 1 (2) p.43-60. 1979.

_____. **Geomorfologia fluvial**. Edgar Blucher. São Paulo/SP, 1981. 301p.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p

CIOTTI, A. **Propriedades da água do mar**. (Tradução). 2000. Disponível em: <http://www.incois.gov.in/Tutor/IntroOc/por/notes/lecture03.html>. Acesso em maio de 2014

CIRIBELLI, M. C. **Projeto de Pesquisa: Um Instrumental da Pesquisa Científica**. Rio de Janeiro/RJ: 7Letras, 2000. 138p.

CPRM. **Formação Botucatu**. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/Aparados/ap_geol_pag04.htm. Acesso em maio de 2014.

DALBIANCO, L. **Hidrossedimentologia em bacias multi-escala**. Os caçadores de chuva. Disponível em: http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Seminarios/Dalbiano_Hidrossedimentologia_bacias_multiescala.pdf. Acesso em dezembro de 2013.

DEBERDT, A. J. **Qualidade de Água**. USP, São Carlos/SP, 2009. Disponível em:

<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>. Acesso em janeiro 2012.

ENZWEILER, J. **Amostragem de águas e parâmetros de qualidade**. GE117, 2010. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/9/Aula5.pdf>. Acesso em maio 2014.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Revista Interciência. Rio de Janeiro, 1998.

FARIAS, T. Q. Evolução histórica da legislação ambiental. In: Âmbito Jurídico. Rio Grande do Sul. X. n.39, 03/2007. Disponível em: http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3845. Acesso em junho de 2012.

FERREIRA, I. O.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, A. P. dos. **Levantamento Batimétrico Automatizado Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos**. Estudo de caso: Represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG. Recife/PE, 2012. 8p.

FIBRIA – Celulose e Papel. **Banco de Dados Pluviométricos**. Três Lagoas/MS, 2013.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal. **Relatório do Mapeamento Batimétrico**. Programa Lagoas de Fortaleza. Fortaleza/CE, 2007.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990)**. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília/DF, 1992.

INTERNATIONAL PAPER. **Estudo de Impacto Ambiental: Fábrica de Três Lagoas**. Três Lagoas/MS, 2006. 981p.

IZIPPATO, F. J. **Diretrizes para análise ambiental com uso de geotecnologias na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS**. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFMS: Três Lagoas/MS, 2013. 161p.

LEITE, G. S. **Do método tópico de interpretação constitucional**. Jus Navigandi, Teresina, ano 5, n. 45, 1 set. 2000. Disponível em: <http://www.jus.com.br/artigos/34>. Acesso em agosto de 2014.

LORENZ-SILVA, J. L. **O espongilito de Três Lagoas, MS: Registro e caracterização.** Trabalho de conclusão de curso de Geologia com ênfase em micropaleontologia. Tese de Doutorado. UNISINOS. São Leopoldo/RS, 2004. 107p.

MACIEIRA, S. R.; SILVA, M. M. V. G. **Projeto e Monografia - Guia Prático.** 2 ed. Rio de Janeiro : Edição do Autor, 2000. 176p.

MATIAS, L. **Como Funciona o Sonar: Medição da Velocidade do Som na Água.** Centro de Geofísica, Universidade de Lisboa. Portugal. Disponível em <http://www.cgul.ul.pt/lmatias/fisica-geologia/Praticas/sonar-s.pdf>. Acesso em maio de 2014.

MATO GROSSO DO SUL. **CONSTITUIÇÃO ESTADUAL.** (Atualização). Governo do Estado. Campo Grande/MS, 2005

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água.** Rima. São Carlos/SP, 2001. 44p.

MOREIRA, M. A. L. **As Molduras Vegetais do Córrego da Onça: Três Lagoas, Mato Grosso do Sul.** Trabalho de conclusão de curso. UFMS. Três Lagoas/MS, 2006. 72p.

ORNELAS, O. **O Complexo Lacustre do Município de Três Lagoas – MS.** Prefeitura Municipal. Três Lagoas/MS, 2005.

PAULA e SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. **Perfis de Referência do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo.** Revista Geociências, v. 22, nº Especial. UNESP. São Paulo/SP, 2003. p. 21-32. Disponível em: http://www.revistageociencias.com.br/22_especial/2.PDF. Acesso em abril de 2014.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio (MS).** Tese (Doutorado em Geociências) – UNESP/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro/SP, 1998. 175p.

RIBEIRO, S. R.A.; CENTENO, J.A.S.; KRUEGER, C. P. **Estimativa de Profundidade a Partir de Levantamento Batimétrico e Dados IKONOS II Mediante Redes Neurais**

Artificiais. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v.14, n.2. 2008. p.171-185.

SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia.** Edusp. São Paulo, 2012. 132 p.

SAUER, C. O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R. L.; & ROSENDAHL, Z (orgs.). **Paisagem, tempo e cultura** . Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998 [1925]. p. 12-74.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG: Belo Horizonte/MG, 2005.

SILVA, F. A. **Percepção dos Riscos e Desastres Ambientais dos anos de 2008 e 2011 em Jaraguá do Sul/SC.** Dissertação de Mestrado em Geografia. UFMS: Três Lagoas/MS, 2014. 106p.

TCHOBANOGLIOUS, G.; SCHROEDER, E. D. **Water quality – characteristics, modelling, modification.** Addison-Wesley Publ. Co., EUA, 1985

TEXEIRA, W.; TOLEDO, C. M.; FAIRCHILD, T. R.; & TAIOLI, F. **Decifrando a terra.** São Paulo/SP: Companhia editora nacional, 2008.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano.** Revista Scientia Agrícola, vol.59, n1. Piracicaba, 2002. p181-186.

TRABUCO, E. & OLIVEIRA, E. M. **Da alfabetização solidária à alfabetização ecológica numa perspectiva freireana.** Educação de Jovens e Adultos. UNESP/ALFASOL. 1 ed. Bauru/SP, 2008. p.99-115.

TRÊS LAGOAS, Prefeitura Municipal **Plano Diretor Municipal.** Elaboração: 2005. Disponível em: <http://www.treslagoas.ms.gov.br/servicos-online/>. Acesso em junho de 2012.

_____. **Conheça Nossa História.** Disponível em: <http://www.treslagoas.ms.gov.br/a-cidade/nossa-historia/1/>. Acesso em junho de 2013.

_____. **Galeria de Fotos.** Disponível em:
<http://www.treslagoas.ms.gov.br/galerias-de-fotos/>. Acesso em junho de 2013.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana.** Revista Eletrônica ciência e cultura. V.55. n.4. São Paulo/SP, 2003. p. 30-47. Disponível em <http://cienciacultura.bvs.br/scielo>. Acesso janeiro de 2012.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia.** Oficina de Textos. São Paulo/SP, 2008.

VILELA, M. J.; PINTO, A. L.; LORENZ-SILVA, J. L.; NETO, M. J.; REBUSTINI, M. E.; GUERRA, O. G. **Plano Emergencial para o Manejo da Lagoa Maior: Três Lagoas/MS.** UFMS e Prefeitura Municipal de Três Lagoas. Três Lagoas/MS, 2011. p.82.

ANEXOS

Anexo I

Legenda	Tipo de Solo
AC2	Alissolo Crômico Argilúvico típico + Gleissolo
AQa1	Areias Quartzosas álicas A moderado relevo plano
AQa6	Areias Quartzosas álicas A moderado + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado textura média + Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado textura argilosa e média relevo plano e suave ondulado
AQa7	Areias Quartzosas álicas A moderado relevo plano e suave ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado + Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média relevo plano
AQa13	Areias Quartzosas álicas A moderado relevo suave ondulado
LEa3	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura argilosa relevo plano
LEa4	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura argilosa e média relevo plano e suave ondulado + Podzólico Vermelho-Escuro distrófico Tb A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado
LEa9	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média e argilosa relevo plano e suave ondulado
LEa10	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média e argilosa relevo suave ondulado
LEa11	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média relevo plano e suave ondulado + Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura argilosa relevo plano
LEa22	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado textura média relevo plano
LRd4	Latossolo Roxo distrófico e eutrófico A moderado textura muito argilosa e argilosa relevo suave ondulado + Glei Pouco Húmico eutrófico Ta A moderado textura argilosa + Glei Húmico eutrófico Ta A proeminente textura argilosa + Plintossolo eutrófico Ta abrupto A moderado textura média/argilosa relevo plano + Latossolo Roxo eutrófico pouco profundo A moderado textura argilosa relevo suave ondulado
LRd5	Latossolo Roxo distrófico e eutrófico A moderado textura argilosa e muito argilosa + Latossolo Vermelho-Escuro distrófico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e plano.
PVa2	Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado textura argilosa relevo plano
PVa8	Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb A moderado textura média muito cascalhenta + Solos Litólicos álicos A moderado textura média cascalhenta relevo suave ondulado.
HGPd1	Glei Pouco Húmico distrófico Tb A moderado textura argilosa + Plintossolo distrófico Tb A moderado textura argilosa e média/argilosa + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado
PEd3	Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e álico Tb abrupto A moderado textura arenosa/média + Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e álico Tb plíntico A moderado textura arenosa/média + Areias Quartzosas distróficas A moderado relevo plano
PLa3	Planossolo álico Tb plíntico A moderado textura arenosa/argilosa + Plintossolo álico Tb abrupto A moderado textura arenosa/média relevo plano
PLa4	Planossolo álico Tb plíntico A moderado textura arenosa/média e arenosa/argilosa + Plintossolo álico Tb abrupto A moderado textura média/argilosa relevo plano