



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS - CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – CCB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PERÍCIAS CRIMINAIS AMBIENTAIS

Ricardo Boelter Moraes

**ESPÉCIES VEGETAIS DE RESTINGA HERBÁCEA/SUBARBUSTIVA COMO INDICADORAS DOS LIMITES DE PROTEÇÃO DOS OLHOS D' ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS CARACTERIZADAS COMO PALEOLAGOAS: estudo de caso em Florianópolis/SC.**

Florianópolis

2020

Ricardo Boelter Moraes

**ESPÉCIES VEGETAIS DE RESTINGA HERBÁCEA/SUBARBUSTIVA COMO INDICADORAS DOS LIMITES DE PROTEÇÃO DOS OLHOS D' ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS CARACTERIZADAS COMO PALEOLAGOAS: estudo de caso em Florianópolis/SC.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Perícias Criminais Ambientais Orientador: Prof. Dr. João de Deus Medeiros

Florianópolis  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moraes, Ricardo Boelter

Espécies vegetais de restinga herbácea/subarbustiva como indicadoras dos limites de proteção dos olhos d'água em baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas : estudo de caso em Florianópolis/SC / Ricardo Boelter Moraes ; orientador, João de Deus Medeiros , 2020.  
154 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. áreas úmidas, restinga herbácea/subarbustiva, olhos d'água, área de preservação permanente. I. , João de Deus Medeiros. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Perícias Criminais Ambientais. III. Título.

Ricardo Boelter Moraes

**Espécies vegetais de restinga herbácea/subarbustiva na determinação dos limites de proteção dos olhos d' água em baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas: estudo de caso em Florianópolis/SC**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. Pery Saraiva Neto  
Comissão do Direito dos Desastres Naturais - OAB/SC

Prof. Dr. João de Deus Medeiros  
Orientador - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Perícias Criminais Ambientais.

---

Prof. Dr. Roberto Fabris Goerl  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais.

---

Prof. Dr. João de Deus Medeiros  
Orientador

Florianópolis, 2020

Este trabalho é dedicado aos meus queridos e amados pais, Sergio Lima Moraes e Dilva Maria Boelter Moraes, que sempre me proporcionaram todas as oportunidades para estudar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Professor João de Deus Medeiros pelo carinho e zelo dedicado ao meu aprendizado, sua orientação muitas vezes se confundiu com o cuidado que um pai tem com um filho, reprimindo, elogiando e me deixando livre para aprender com os acertos, mas, principalmente, com os erros, o que tornou esse trabalho dissertativo além de um aprendizado técnico um compartilhamento de emoções.

Agradeço de forma muito especial ao Professor Daniel de Barcellos Falkenberg, Naturalista Histórico, cuja a excentricidade e a forma como transmite seu conhecimento sugere a hipótese da existência de uma peculiar, original e tradicional Escola de estudos e ensino de botânica no sul do Brasil. As críticas muitas vezes duras e ásperas só me ajudaram a chegar até aqui e aos resultados deste trabalho. Cursei 3 (três) vezes a Disciplina Vegetação Litorânea do Sul do Brasil, e pretendo cursar todas as vezes que a mesma ocorrer se o Professor Falkenberg permitir.

Agradeço ao Professor Carlos Henrique Lemos Soares pela amizade e confiança desenvolvida durante o tempo de curso, a qual seguramente se estenderá por todo sempre. Sua forma de enxergar e criticar os cenários políticos, bem como as lutas sociais frente as desigualdades de nossa frágil democracia muito se assemelham as minhas. Agradeço pelas conversas, pelos cafés na cantina e pelo acolhimento semanal no laboratório para debater desde assuntos relacionados a angústias pessoais, profissionais e acadêmicas. Seus conselhos me ajudam a “não passar atestado” frente as contingências da vida.

Agradeço com entusiasmo “nerd” ao Professor Kleber Isaac Silva de Souza, possuidor de uma inteligência extraordinária. Não foram poucas as vezes, inclusive aos finais de semana, que me aconselhei técnica e juridicamente sobre assuntos ambientais. O nível de acurácia e grau de intelectualidade de sua produção científica e didática seguramente me ajudaram a aperfeiçoar minha forma de estudo e trabalho no âmbito das perícias judiciais.

Agradeço ao Professor Carlos José De Carvalho Pinto, pelo jeito alegre e extremamente cordial demonstrado para comigo e para com meus colegas. Sua forma simples e perspicaz de passar conhecimento confirmaram a essência de um educador diferenciado no sentido de me inspirar, incentivar e perseverar frente as lutas diárias que passei na minha breve vida acadêmica na Universidade Federal de Santa Catarina.

Agradeço a Professora Larissa Ramage, pela amizade de quase quarenta anos. A vida surpreende: de minha colega de séries iniciais a professora no Programa de Mestrado. Os dados fornecidos, as estratégias e a orientação sobre como eu deveria entender o comportamento das

águas subterrâneas nos ecossistemas costeiros foram imprescindíveis para construção deste trabalho dissertativo desde os materiais e métodos até as considerações finais.

Agradeço ao Professor Roberto Fabris Goerl pelos ensinamentos transmitidos, bem como ao auxílio no geoprocessamento de imagens aéreas antigas, em perícia judicial importante para o contexto ambiental e urbanístico de Florianópolis, o qual me mostrou a sintonia fina da adequação da geociência na solução de charadas técnicas difíceis.

Agradeço ao meu amigo, colega e irmão Esdras Coivo Villela, Geólogo perspicaz e talentoso, o qual divido além das nomeações em processos judiciais de elevada complexidade na 6ª Vara Federal de Florianópolis, uma parceria e um companheirismo, diferenciados das demais amizades, frente as contingências da vida. Caminhamos juntos há alguns anos em constante aprendizado científico, técnico e jurídico, mas nenhum destes é maior do que aqueles desenvolvidos nas situações difíceis e as vezes perigosas que enfrentamos em campo, muito obrigado meu grande amigo!

Agradeço com muita alegria ao Professor Pery Saraiva Neto, advogado brilhante, cujas conversas e análises das temáticas ambientais são responsáveis pelo meu constante aperfeiçoamento técnico e jurídico. O professor Pery possui uma capacidade talentosa e didática de discorrer sobre complexidades jurídicas as quais vem ao encontro da proposta deste trabalho dissertativo.

Agradeço ao Biólogo Francisco Antônio da Silva Filho, Botânico e Naturalista Histórico da Ilha de Santa Catarina, conhecedor profundo da vegetação herbácea de restinga. O convívio profissional nas perícias ambientais e como colega de disciplinas no Programa de Mestrado foram fundamentais para construção da interpretação do comportamento ecológico da vegetação litorânea em ambientes úmidos.

Agradeço com muito respeito e carinho ao Professor Edson Roberto Oaigen por ter acreditado no meu potencial ao me conceder minha primeira bolsa de iniciação científica, na Universidade Luterana do Brasil, lembro que os candidatos à vaga eram muito superiores em experiência e publicações, no entanto quando vi meu nome como escolhido fui acometido de uma grande alegria. Lembro também de uma frase que me acompanha até hoje: “Ricardo, tu tens mais sorte que juízo”.

Agradeço com muito carinho ao Senhor Júlio Basualdo que construiu de forma criativa em sua marcenaria alguns equipamentos utilizados em perícias, mas principalmente, para este trabalho dissertativo, a bomba de vácuo de PVC utilizada para as perfurações na área objeto de estudo.

Agradeço com muito amor e paixão à Liege minha amada noiva a qual me proporciona diariamente momentos de alegria, segurança e cumplicidade para os desafios da vida. Seu cuidado comigo e com o nosso lar seguramente estão presentes nos resultados deste trabalho.

Agradeço de forma íntima e particular aos meus queridos colegas Lara Possamai Wessler, Grasiene Andrietti, Carolina Moreira da Silva, Patrícia Cardoso Monteiro, Daniela Beatriz Goudard Bussmann, Sergio Gomes de Oliveira Neto, Flávio Zanchetti, Fernando Taufik Name e Luiz Antônio dos Santos Junior, com os quais compartilhei muito conhecimento, aprendizado e momentos inesquecíveis de alegria. O mosaico de fotografias abaixo ilustra um pouco da convivência de nossa diferenciada turma.



“Fala direito o nome da planta Ricardo”

Professor Daniel Falkenberg (2019).

## RESUMO

Trata-se de dissertação cujo objeto principal é a proposição de estudos e metodologias as quais possam correlacionar espécies indicadoras de ambientes úmidos de restinga na determinação dos limites de proteção de olhos d'água em baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas. Esses ambientes de baixada úmidas, em função das variáveis ecológicas existentes, condicionam o clímax edáfico da vegetação herbácea/subarbustiva a qual é caracterizada como primária segundo a Resolução Conama nº 261, de 30 de junho de 1999, que aprovou os parâmetros básicos para análises dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. De acordo com a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 - Lei de utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, o corte e supressão da vegetação primária do Bioma Mata Atlântica somente serão autorizados em caráter excepcional, quando necessários à realização de obras, projetos ou atividades de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas preservacionistas. Desenvolveu-se uma série de análises e estudos os quais identificaram as características geológicas, hidrológicas, pedológicas e topográficas buscando correlacionar essas variáveis com a distribuição das espécies indicadoras com os gradientes derivados das interações e dependências com o meio físico. Esses gradientes se revelaram ser o microrrelevo, as concentrações de matéria orgânica e o nível d'água do lençol freático. Em função das oscilações das superfícies hídricas do espelho d'água na baixada úmida estudada estarem relacionadas aos pulsos de inundação, regulados por hidroperíodos, os quais resultam em níveis mínimo, intermediários e máximos de descarga/afloramento das águas subterrâneas, foram propostos mecanismos de interpretação jurídica para suprir as lacunas técnicas frente a medição das dimensões das áreas de preservação permanente de raio mínimo de 50 metros positivada no artigo 4º, inciso IV da Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº12.651/2012. A partir destes resultados foi demonstrado como a prova pericial no âmbito das ações civis públicas pode ser uma fonte de interpretação da norma ambiental, bem como o conhecimento científico e jurídico traduzido a partir da interface ciência e direito pode municiar a sociedade civil organizada na promoção de ações de defesa do meio ambiente em especial, as baixadas úmidas em ambientes de restinga.

Palavras-chave: Baixadas úmidas. Paleolagoas. Vegetação herbácea/subarbustiva.

## ABSTRACT

This is a dissertation that the main object is the proposition of studies and methodologies that can correlate indicative species of wetlands in sandbank environments in order to determining the limits of protection of springs in wetlands characterized as paleolagoons. These wetlands environments, due to the existing of ecological variables, condition the edaphic climax of herbaceous / sub-shrub vegetation that is characterized as primary according to Conama Resolution N°. 261, of June 30, 1999, which approves the basic methods for analyzing the succession parameters of restinga vegetation for the state of Santa Catarina. According to Law n° 11.428, of December 22, 2006 - Law of use and protection of native vegetation of the Atlantic Forest Biome, or cutting and suppression of the classic vegetation of the Atlantic Forest biome, only with exclusive use of exceptional character, such as in carrying out works, projects or activities of public utility, scientific research and preservationist practices. A series of analyzes and studies were carried out, which identified the geological, hydrological, pedological and topographic characteristics seeking to correlate these variables with the distribution of the indicator species with the gradients derived from the interactions and dependencies with the physical environment. These gradients can be represented as the micro-relief, the concentrations of organic matter and the water level of the water table. Due to the oscillations of the water surfaces of the water levels in the wetland studied being related to the flood pulses, regulated by hydroperiods, which result in minimum, intermediate and maximum levels of discharge / outcropping of groundwater, interpretation mechanisms have been proposed. to fill the technical gaps in view of the measurement of the dimensions of permanent preservation areas with a minimum radius of 50 meters, as stated in article 4, item IV of the Law of Protection of Native Vegetation - Law 12.651 / 2012. From these results it was demonstrated how the expert evidence in the scope of public civil actions can be a source of interpretation of the environmental standard, as well as the scientific and legal knowledge translated from the interface of science and law can equip organized civil society in the promotion of actions to defend the environment, especially wetlands in sandbank environments.

Keywords: Wetlands Environments. Paleolagoons. Herbaceous / sub-shrub vegetation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil esquemático transversal dos sistemas deposicionais laguna-barreira.....	33
Figura 2 - Recorte de parte da Bacia hidrográfica do Rio Tavares referente a área objeto de estudo. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	34
Figura 3 - Representação de parte do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI, 2014) referente ao meio físico geológico, em especial, a área de contribuição das águas subterrâneas para a baixada úmida estudada; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	35
Figura 4 - Indicação da Área de Estudo - Produto gráfico georreferenciado em SIRGAS 2000, projeção UTM 22S.....	49
Figura 5 - Movimento social de moradores das proximidades em defesa da área objeto de estudo em 16 de abril de 2019.....	50
Figura 6 - Fotografia 1 – Equipamentos: Pá retrátil, GPS - GARMIN - ETREX 10, Trena Manual – 30m, Bomba de vácuo de PVC com 1m de comprimento – registro junto ao olho d’água Sul; Fotografia 2 - Aparelho topográfico receptor GNSS – RTK; Fotografia 3 - Drone DJI Matrice 210 RTK, com câmera Zenmuse XT2 19mm FLIR; Fotografia 4 - marco de lona com dimensões de 50x50cm.....	52
Figura 7 - Localização dos Furos de Sondagem - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S, ilustrando a posição dos furos de sondagem.....	54
Figura 8 - Localização dos pontos utilizados para o levantamento topográfico - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S ilustrando os pontos coletados durante o levantamento topográfico realizado por meio do Receptor GNSS – RTK.....	55
Figura 9 - Amostras de solo organizadas e entregues no Laboratório do Núcleo de Estudos do Mar – NEMAR.....	58
Figura 10 - Gradiente altimétrico da área estudada. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S.....	62
Figura 11 - Perfil topográfico em metros do gradiente altimétrico da área estudada.....	62
Figura 12 - Registro fotográfico referente a área de contribuição das águas subterrâneas – precipitação/infiltração.....	63
Figura 13 - Representação da baixada úmida objeto de estudo, a posição dos olhos d’água (norte, central e sul) e as respectivas delimitações das superfícies hídricas em nível mínimo e máximo de descarga/afloramento das águas subterrâneas. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	65

Figura 14 - Registro da perenidade do afloramento do olho d'água norte e das espécies vegetais encontradas adjacentes: <i>Eleocharis interstincta</i> , <i>Ludwigia leptocarpa</i> , <i>Polygonum hidropiperoides</i> e <i>Rhynchanthera cordata</i> .....	66
Figura 15 - Registro da perenidade do afloramento do olho d'água central e das espécies vegetais encontradas adjacentes: <i>Eleocharis interstincta</i> e <i>Polygonum hidropiperoides</i> .....	67
Figura 16 - Registro da perenidade do afloramento do olho d'água sul e das espécies vegetais encontradas adjacentes: <i>Eleocharis interstincta</i> , <i>Polygonum hidropiperoides</i> e <i>Ludwigia leptocarpa</i> .....	68
Figura 17 - Gráfico da precipitação diária registrada entre os dias 10 de maio e 25 de junho de 2019.....	69
Figura 18 - Registro fotográfico olho d'água/sul: precipitação acumulada de 193,6 mm (30.05.2019 – 04.06.2019) e estiagem de 21 dias subsequentes com precipitação acumulada de 1,6 mm (04.06.2019 – 25.06.2019) .....	70
Figura 19 - Corte esquemático demonstrando o nível d'água entre o período de precipitação acumulada de 193,6mm – nível máximo de descarga/afloramento do lençol freático somado ao acúmulo de águas superficiais e a relação com o perfil topográfico da baixada úmida estudada em 31.05.2019.....	71
Figura 20 - Corte esquemático demonstrando o nível d'água do lençol freático medido após o período de estiagem de 21 dias, a relação com perfil topográfico e a perenidade na descarga/afloramento na região central referente a posição dos olhos d'água em 25.06.2019.	71
Figura 21 - Gráfico referente ao nível d'água do lençol freático medido a partir da superfície da baixada úmida em 25 de junho de 2019 após um período de estiagem de 21 dias.....	72
Figura 22 - Modelo Digital do Terreno – MDT a partir das cotas altimétricas medidas no levantamento topográfico; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	73
Figura 23 - Gráfico representando o gradiente altimétrico referente ao transecto dos furos de sondagem de oeste a leste na baixada úmida em relação ao nível do mar.....	74
Figura 24 - Relatório do processamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) .....	74
Figura 25 - Ortomosaico e modelo digital de superfície produzidos a partir dos levantamentos topográficos e voo de drone.....	75
Figura 26 - Pontos de geoprocessamento e pontos de verificação.....	76
Figura 27 - Representação do resultado do geoprocessamento das imagens coletas pelo drone em 12 de junho de 2019; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	77

Figura 28 - Aerofoto 1938 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	78
Figura 29 - Aerofoto 1957 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	79
Figura 30 - Aerofoto 1978 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	80
Figura 31 - Aerofoto 1994 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	81
Figura 32 - Aerofoto 2000 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.....	82
Figura 33 - Aerofoto 2002 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.....	83
Figura 34 - Aerofoto 2007 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.....	84
Figura 35 - Aerofoto 2010 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	85
Figura 36 - Aerofoto 2016 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	86
Figura 37 - Corte esquemático ilustrando a posição dos furos de sondagem, as respectivas cotas altimétricas, o nível d'água do lençol freático e a profundidade de coleta das amostras.....	88
Figura 38 - A figura abaixo apresenta gráfico com as porcentagens do teor matéria orgânica presente nas amostras e a relação com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste.....	88
Figura 39 - A figura abaixo apresenta gráfico no qual relaciona as frações de areia, silte e argila encontradas nos furos de sondagem com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste.....	89
Figura 40 - Olho d'água Norte - <i>Polygonum hidropiperoides</i> ; <i>Ludwigia leptocarpa</i> ; <i>Eleocharis interstincta</i> ; <i>Rhynchanthera cordata</i> .....	90
Figura 41 - Olho d'água Central - <i>Polygonum hidropiperoides</i> ; <i>Eleocharis interstincta</i> .....	91
Figura 42 - Olho d'água Sul - <i>Polygonum hidropiperoides</i> ; <i>Ludwigia leptocarpa</i> ; <i>Eleocharis interstincta</i> .....	92
Figura 43 - <i>Polygonum hidropiperoides</i> .....	93

Figura 44 - <i>Eleocharis interstincta</i> .....	93
Figura 45 - <i>Ludwigia leptocarpa</i> .....	94
Figura 46 - <i>Rhynchanthera cordata</i> .....	95
Figura 47 - <i>Borreria palustres</i> , <i>Trichantheceium parvifolium</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i> .....	95
Figura 48 - <i>Nymphoides indica</i> .....	96
Figura 49 - <i>Eleocharis laeviglumis</i> .....	97
Figura 50 - <i>Rhynchospora holoschoenoides</i> .....	97
Figura 51 - <i>Rhabdadenia madida</i> .....	98
Figura 52 - <i>Blechnum serrulatum</i> .....	99
Figura 53 - <i>Baccharis trimera</i> .....	99
Figura 54 - <i>Tibouchina urvilleana</i> .....	100
Figura 55 - <i>Andropogon bicornis</i> .....	101
Figura 56 - <i>Sphabnum sp</i> .....	101
Figura 57 - <i>Sauvagesia erecta</i> .....	102
Figura 58 - <i>Tibouchina versicolor</i> .....	102
Figura 59 - Representação da distribuição das espécies de novembro de 2018 à julho de 2019; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	103
Figura 60 - Degradação olho d'água sul e piquete instalado nas proximidades.....	104
Figura 61 - Precipitação acumulada nos meses de dezembro 2019, janeiro de 2020 e nos primeiros 8 (oito) dias de fevereiro de 2020.....	105
Figura 62 - As fotografias ilustram a fitofisionomia da área objeto de estudo (vista – noroeste para sul/sudeste) e a recuperação do espelho d'água, bem como da vegetação no entorno dos olhos d'água, em especial o olho d'água sul.....	106
Figura 63 - Representação da baixada úmida objeto de estudo e as respectivas delimitações das superfícies hídricas (espelho d'água) em nível mínimo, intermediário e máximo de descarga/afloramento das águas subterrâneas; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	107
Figura 64 - <i>Pluchea laxiflora</i> .....	108

Figura 65 - Alterações na paisagem quanto a fitofisionomia da área objeto de estudo e registro do comportamento intermitente nos 3 olhos d'água.....	109
Figura 66 - Medição do nível d'água em 23 de abril de 2020 nos furos de sondagem feitos em 21 de abril de 2020.....	110
Figura 67 - <i>Erechtites valerianifolius</i> .....	110
Figura 68 - <i>Mikania cordifolia</i> .....	111
Figura 69 - Comparativo da distribuição/dominância ao sul/sudeste nas da baixada úmida quanto as espécies vegetais nas datas de 25 de novembro de 2018 e 21 de abril de 2020.....	112
Figura 70 - <i>Ludwigia octovalvis</i> e <i>Cuphea carthagenensis</i> .....	113
Figura 71 - Registro da baixa da precipitação de junho 2019 a abril de 2020.....	114
Figura 72 - Vista geral - noroeste para sul/sudeste da área de estudo.....	115
Figura 73 - Vista parcial - noroeste para nordeste.....	116
Figura 74 - Vista parcial - sudoeste para sudeste.....	117
Figura 75 - Representação das mudanças na fitofisionomia e na paisagem da baixada úmida em função da estiagem extraordinária iniciada em junho de 2019 até final de abril de 2020; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	118
Figura 76 - Representação da distribuição das espécies em 23 de abril de 2020; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	119
Figura 77 - Comparativo da fitofisionomia e da paisagem entre as imagens aéreas de 12 de junho 2019 e 23 de abril de 2020. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.....	120
Figura 78 - Conjunto de figuras, mapas e ilustrações já apresentadas nos resultados para demonstrar a dinâmica hidrológicas da baixada úmida objeto de estudo.....	123
Figura 79 - Conjunto de mapas, gráfico e corte esquemático, já apresentadas nos resultados, para demonstrar a relação do microrrelevo com as oscilações do espelho d'água e da saturação do solo na baixada úmida objeto de estudo.....	124
Figura 80 - Conjunto de imagens aéreas históricas e recentes ilustrando a paisagem ecológica da baixada úmida estudada nos últimos 82 anos.....	125
Figura 81 - Conjunto de figuras representando a relação do microrrelevo com as concentrações superficiais de matéria orgânica, bem como com o nível d'água do lençol freático.....	128
Figura 82 - Furos de sondagem para averiguação do nível d'água do lençol freático nos 3 (três) olhos d'água.....	129

Figura 83 - Conjunto de figuras ilustrando aspectos correlacionados do microrrelevo, do nível d'água do lençol freático, das concentrações de matéria orgânicas e das dimensões das superfícies hídricas do espelho d'água.....	130
Figura 84 - Conjunto de ilustrações, figuras e fotografia para correlação entre as áreas de distribuição das ciperáceas na baixada úmida, a concentração de matéria orgânica nos horizontes superficiais e oscilações nos níveis d'água do lençol freático.....	131
Figura 85 - Espécies indicadoras dos pontos de afloramentos do lençol freático (olhos d'água) em paleolagoas colmatadas: <i>Polygonum hidropiperoides</i> , <i>Eleocharis interstincta</i> , <i>Rhynchanthera cordata</i> e <i>Ludwigia leptocarpa</i> .....	132
Figura 86 - <i>Nymphoides indica</i> e sua relação ecológica na distribuição na paleolagoa relacionada principalmente com os níveis máximos de descarga/afloramento do lençol freático.....	133
Figura 87 - Espécies indicadoras de áreas úmidas encontradas nas áreas intermediárias da baixada úmida: <i>Borreria palustris</i> , <i>Trichantheicum parvifolium</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i> , <i>Eleocharis laevigulumis</i> , <i>Rhynchospora holoschoenoides</i> , <i>Cyperus rigens</i> , <i>Sauvagesia erecta</i> e <i>Tibouchina versicolor</i> .....	134
Figura 88 - <i>Blechnum serrulatum</i> .....	135
Figura 89 - <i>Tibouchina urvilleana</i> e suas relações ecológicas na determinação dos limites das baixadas úmidas e paleolagoas.....	136
Figura 90 - Espécies indicadoras de critérios qualitativos para caracterização de baixadas úmidas: liana <i>Rhaddadenia madida</i> e briófito <i>Sphagnum sp</i> .....	137
Figura 91 - Mosaico de fotografias apresentando as principais modificações ecológicas e as respostas na vegetação na área de estudo em função da estiagem extraordinária.....	139
Figura 92 - Mudanças na paisagem ecológica e os reflexos na vegetação em função das variáveis hidrológicas.....	140
Figura 93 - Alterações na paisagem ecológica na baixada úmida e as relações com as respectivas memórias hidrológicas e biológicas registradas no período de 25 novembro de 2018 (condições hidrológicas normais) a 23 de abril de 2020 (após forte estiagem) .....	141
Figura 94 - Limites das áreas de preservação permanente - APP para olhos d'água com área de raio mínimo de 50 m para dois cenários observados durante os estudos: 1 – APP – para o nível mínimos de descargas/afloramentos; 2 – para o nível máximo de descargas/afloramentos ....	148

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resultado da análise das amostras: teor de matéria orgânica e granulometria.....	87
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**APP** – área de preservação permanente;

**NA** – nível d'água;

**MO** – matéria orgânica;

**ACP** – ação civil pública;

**STJ** – Superior Tribunal de Justiça;

**STF** – Supremo Tribunal Federal;

**ADI** – Ação Direta de Inconstitucionalidade.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1 OBJETIVOS.....	23
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>23</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>25</b>
2.1 DAS BAIXADAS ÚMIDAS EM AMBIENTES DE RESTINGA.....	25
2.2 DA HERMENÊUTICA JURÍDICA AMBIENTAL APLICADA AO OBJETO DE ESTUDO.....	36
<b>2.2.1 Hermenêutica Jurídica Ambiental.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.2 Da Prova Pericial como ferramenta multidisciplinar na interpretação da norma ambiental e do incentivo da participação popular na defesa do meio ambiente.....</b>	<b>40</b>
<b>2.2.3 Da superposição de diplomas legais na delimitação da proteção das baixadas úmidas as quais originam olhos d'água em ambientes de restinga.....</b>	<b>44</b>
<b>3 DA LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>49</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
4.1 DA CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA.....	53
4.2 DA TOPOGRAFIA.....	54
4.3 DO GEOPROCESSAMENTO DE IMAGENS AÉREAS.....	55
4.4 DA ANÁLISE DO SOLO.....	56
4.5 DA VEGETAÇÃO ADAPTADA AOS AMBIENTES ÚMIDOS.....	58
4.6 DAS VISTORIAS COMPLEMENTARES.....	59
<b>5 DOS RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
5.1 DOS RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA.....	61
5.2 DOS RESULTADOS DA TOPOGRAFIA.....	72
5.3 DOS RESULTADOS DO GEOPROCESSAMENTO DAS IMAGENS AÉREAS.....	75
5.4 DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO.....	86
5.5 DOS RESULTADOS DA VEGETAÇÃO ADAPTADA AOS AMBIENTES ÚMIDOS ..	89
5.6 DAS VISTORIAS COMPLEMENTARES.....	103
<b>5.6.1 Das alterações da paisagem quanto a fitofisionomia.....</b>	<b>113</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>121</b>

6.1 DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA PALEOLAGOA, DOS REFLEXOS DAS DESCARGAS/AFLORAMENTOS DO LENÇOL FREÁTICO NAS DIMENSÕES DAS SUPERFÍCIES E DA FORMAÇÃO COM SINAIS DE HIDROMORFISMO.....	121
6.2 PROPOSTA DE MÉTODO DE ANÁLISE DE CAMPO PRELIMINAR A PARTIR DO REGISTRO DE ESPÉCIES INDICADORAS NA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE PROTEÇÃO DOS OLHOS D'ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS CARACTERIZADAS COMO PALEOLAGOAS.....	131
<b>6.2.1 Das análises a serem feitas em paleolagoas e baixadas úmidas em épocas de estiagem severas e/ou extraordinárias.....</b>	<b>137</b>
6.3 DA INTERFACE ENTRE CIÊNCIA E DIREITO NA INTERPRETAÇÃO DA NORMA AMBIENTAL E OS REFLEXOS JURÍDICOS E TÉCNICOS NA PROTEÇÃO DOS OLHOS D'ÁGUA EXISTENTES EM BAIXADAS ÚMIDAS E PALEOLAGOAS EM AMBIENTES DE RESTINGA.....	142
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>149</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>151</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As considerações introdutórias sobre as temáticas desenvolvidas neste trabalho apresentam um arranjo multidisciplinar composto por 2 (dois) eixos temáticos principais. O primeiro eixo temático refere-se a uma tentativa de unificação conceitual, ainda que aproximada, sobre baixadas úmidas em ambientes de restinga cujas características ecológicas condicionam uma fitofisionomia herbácea/subarbustiva, bem como tenta apresentar algumas espécies vegetais indicadoras destes ambientes hidromórficos. A caracterização encontrada na literatura será relacionada com as possíveis influências nas dimensões das áreas de preservação permanente olhos d'água localizados neste tipo específico de baixada úmida, em especial aqueles em que as características topográficas e hidrológicas regulam as oscilações nas superfícies hídricas (espelho d'água) de acordo com as descargas/afloramentos em períodos de alta pluviosidade, bem como nos períodos de estiagem. Conforme Guasselli (2005) a complexidade que apresenta as terras úmidas se relaciona com o número de compartimentos que apresentam em diferentes pulsos de inundação ao longo de uma série temporal, a complexidade interna de cada mosaico que compõe a paisagem, depende da amplitude que tenha em sua capacidade de carga.

O segundo eixo temático sugere uma proposta de hermenêutica jurídica ambiental, para a devida subsunção das normas, frente as interfaces multidisciplinares presentes na Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº12.651/2012, na Lei de utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica – Lei 11.428/2006 e na Resolução Conama 261/1999 que aprovou os parâmetros básicos para análises dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina, correlacionando os referidos diplomas legais com o tipo de baixada úmida estudada. A partir desta construção interpretativa técnico/científica procurar-se-á demonstrar como a prova pericial no âmbito das ações civis públicas pode se transformar num instrumento de transposição didática entre o universo da ciência e do direito.

A percepção humana do ciclo natural desses ambientes, como os eventos de inundação e seca, tem conotações e alcances muito distintos. Essencialmente as inundações e em menor grau os períodos de seca, são problemas eminentemente humanos, já que a estrutura dos ecossistemas inundáveis e a biota em seus níveis de integração estão ajustadas mediante mecanismos de seleção adaptativa e que têm operado de forma contínua durante períodos muito prolongados (GUASSELLI, 2005).

Ainda neste sentido,

A discussão deve ser enriquecida a partir das diversas visões de profissionais e pesquisadores sobre o fenômeno urbano e sua interface com a cultura para que se compreenda o melhor papel do perito na promoção do desenvolvimento urbano sustentável. Nessa abordagem, procurar-se-á desenvolver o ponto de vista da cultura

numa interface da evolução da espécie humana com o meio ambiente (JUNIOR, 2014).

Os procedimentos metodológicos, científicos e hermenêuticos presentes nas técnicas forenses no âmbito das perícias ambientais podem, de maneira razoavelmente assertiva, municiar a sociedade civil organizada na defesa do meio ambiente em especial na proteção das baixadas úmidas inseridas em ambientes de restinga. A apropriação por parte da coletividade de informações científicas e jurídicas referentes a proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de sua natureza fundamental e difusa, seguramente promoverá a busca por Justiça Ambiental a qual segundo Acselrad (2005) só será possível quando as externalidades negativas provocadas pela degradação ambiental não forem mais transferidas para as populações humanas vulneráveis: *“enquanto os males ambientais puderem ser transferidos para os mais pobres a pressão geral sobre o meio ambiente não cessará”*.

Foi em função da necessidade de desenvolver uma ferramenta pericial metodológica para a determinação dos limites das áreas de APP de 50m para olhos d'água presentes nestas áreas úmidas caracterizadas na Resolução Conama nº 261/1999 como baixadas, que será proposto neste trabalho um conjunto de procedimentos metodológicos para a caracterização de baixadas úmidas a partir de análise da paisagem ecológica e das principais associações vegetais de espécies de restinga herbácea/subarbustiva, em clímax edáfico. Para isso foi selecionada uma área, a qual entende-se estar em clímax edáfico herbáceo/subarbustivo, sem sofrer alterações significativas nos últimos 82 anos. Esta área apresentou condições razoavelmente estáveis para desenvolver estudos assertivos, os quais poderão ser reproduzidos ou adaptados de acordo com as variáveis ecológicas encontradas em ambientes de baixadas úmidas semelhantes.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Propor um conjunto de estudos para que espécies herbáceas/subarbustivas típicas de ambientes úmidos em restinga possam auxiliar em perícias ambientais na determinação dos limites de proteção dos olhos d'água em baixada úmidas caracterizadas como paleolagoas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar as principais espécies herbáceas/subarbustivas típicas de ambientes úmidos em restinga, bem como estudar o comportamento ecológico desta vegetação frente as

características hidrológicas e microtopográficas em baixadas úmidas e/ou paleolagoas na determinação dos limites de proteção dos olhos d'água;

Demonstrar que a vegetação herbácea/subarbusciva típica de ambientes úmidos em restinga deve ser considerada primária de acordo com a Resolução Conama 261/1999, pois quando presente nesses ambientes a mesma encontra-se em clímax edáfico, portanto imune a supressão e a qualquer outra forma de perturbação;

Propor formas de leitura e interpretação desses ecossistemas as quais se traduzam em metodologias de aplicação simples para que - peritos, órgãos ambientais, operadores do direito e sociedade civil organizada - possam se apropriar do conhecimento ecológico presente nestas baixadas úmidas na promoção da defesa do meio ambiente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O levantamento teórico, a priori, estabeleceu apontamentos presentes na literatura sobre baixadas úmidas em ambientes de restinga, em especial aquelas cujas características geológicas e botânicas indicam serem paleolagoas colmatadas. Tentou-se adotar uma sequência histórica dos principais pesquisadores do sul do Brasil que estudaram as temáticas pertinentes ao objeto da pesquisa. Em um segundo momento, realizou-se um levantamento de literaturas jurídicas e técnicas sobre prova pericial no âmbito das ações civis públicas. Buscou-se também apontamentos sobre hermenêutica jurídica ambiental os quais versam, em forma diligente, na direção da ampliação dos mecanismos de garantias dos direitos difusos de terceira dimensão. E, ao final, apresentou-se alternativas de como a sociedade civil organizada pode e deve se apropriar de conhecimentos científicos para construir estratégias democráticas na defesa do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

### 2.1 DAS BAIXADAS ÚMIDAS EM AMBIENTES DE RESTINGA

As baixadas úmidas em ambientes de restinga revelam uma parcela de ecossistemas peculiares os quais necessitam de análises detalhadas envolvendo aspectos físicos: geológicos, geomorfológicos, climáticos, topográficos e pedológicos. O ambiente físico influencia diretamente nas características da vegetação típica destes ambientes costeiros. Esta influência reflete-se nas relações ecológicas, nas respostas adaptativas das espécies e nas relações interespecíficas da vegetação. As alterações nos componentes físicos nos ambientes de restinga podem ser geradas a partir de mudanças climáticas, processos naturais de sedimentação, perturbações antrópicas ou do empilhamento destes três fatores. O Padre Raulino Reitz em seu trabalho *Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina* publicado em 1961 sugere que os estudos nos ambientes de restinga devem sempre estar atentos as análises multidisciplinares, como podemos observar no trecho abaixo transcrito:

Em poucas Zonas da vegetação catarinense se denota um efeito tão patente dos agentes geológicos sobre as plantas como na Zona Marítima. Por esta razão qualquer estudo sobre a formação organogênica do litoral deverá ser ao mesmo tempo um trabalho botânico e geológico (REITZ, 1961).

Em função da diversidade ecológica existente nos ambientes onde encontram-se as baixadas úmidas inseridas nas restingas visualiza-se a necessidade de proposição de metodologias para caracterização daquelas resultantes da colmatção/sedimentação de antigas lagoas ou paleolagoas. Estas baixadas úmidas podem apresentar olhos d'água perenes ou

intermitentes, nas regiões centrais de menor altimetria, os quais dependendo da recarga dos aquíferos, bem como das descargas/afloramentos influenciam nas dimensões das superfícies hídricas (espelho d'água) e, conseqüentemente, conforme De Souza et al. (2019), sugerem lacunas técnicas nas interpretações jurídicas sobre os limites da área de preservação permanente, considerando o raio mínimo de 50 m para olhos d'água positivado na Lei de Proteção da Vegetação Nativa de 2012.

Para melhor compreensão sobre a temática baixadas úmidas em ambientes de restinga parece assertivo elaborar um resgate histórico. Em um primeiro momento será apresentado para o debate multidisciplinar as considerações feitas por alguns naturalistas históricos do sul do Brasil que estudaram a fisionomia da vegetação litorânea, bem como os aspectos ecológicos. O Padre Balduino Rambo em seu livro *A fisionomia do Rio Grande do Sul* chamou de “*zona dos olhos-d'água*” (RAMBO, 1942) as áreas úmidas encontradas em parcelas peculiares dos ambientes costeiros caracterizadas como “*zonas paralelas*” do litoral do Rio Grande do Sul.

Uma fotografia aérea de um setor do litoral apresenta as seguintes zonas paralelas: o oceano, a zona de ressaca, a zona das areias movediças, a zona das dunas vegetadas, **a zona dos olhos-d'água**, a zona do campo, a zona dos lagos internos e a zona das serras (RAMBO, 1942, grifo nosso).

Na **zona dos olhos-d'água** (na qual incluímos a das lagoas marginais), a vegetação difere completamente das dunas. Esses ajuntamentos de água, provenientes em parte das chuvas estagnadas nas depressões do terreno, em parte de bacias enchidas pelo transvazamento dos arroios, em parte de alargamento dos próprios cursos de água, produzem um melhoramento considerável das condições ecológicas, e isso por dois motivos: **pela própria presença de água doce em abundância e pela acumulação de uma camada variável de húmus fertilizante**. Dessa maneira, as poças de água estagnadas são centros de intensa vegetação. Um denso tapete de algas verdes, filamentosas, reveste o leito, flutuando ao sabor das minúsculas ondas; na zona marginal, as gramas, os juncos, as ciperáceas, as verbenáceas, e leguminosas rasteiras adquirem um viço descomunal; núcleos minúsculos de matinha arbustiva e algum exemplar contorcido de corticeira (*Erythrina crista-galli*) marcam as primeiras tentativas para formar sociedades silváticas (grifei) (RAMBO, 1942).

P. Rambo, utilizando a disciplina científica característica dos Jesuítas, apresenta ainda aspectos detalhados sobre a geomorfologia dos ambientes costeiros, destacando as transições das áreas úmidas com as restingas secas: “*Nas encostas secas das lagoas, prevalece, conforme circunstâncias locais, a vegetação de dunas, do campo seco ou das matinhas litorâneas*”. Seu amigo e companheiro de aventuras botânicas Padre Raulino Reitz na obra *Vegetação da zona marítima de Santa Catarina* denominou estes ambientes de restinga como helosserra – hidrosserra em água doce (REITZ, 1961). Estes dois naturalistas históricos do Sul do Brasil alicerçaram parte das bases teórico/científicas referentes aos estudos das áreas úmidas.

Muito mais interessante e mais ricas em espécies de plantas do que as formações em água salgada são as formações vegetais da hidrosserra, em água doce, como as lagoas, **lagoinhas**, beira rios, etc., da Zona litorânea a que B. Rambo no seu livro *Fisionomia do Rio Grande do Sul* (1942) denomina “**zona dos olhos de água**”. Vasto é o território

litorâneo ocupado por esta vegetação especialmente da Ilha de S. Catarina para o sul onde o terreno aluvional recentemente emergido do mar toma grandes proporções regulares (grifei) (REITZ, 1961).

Nota-se um grande poder de adaptação nas plantas hidrófitas. Mais do que na terra as plantas da água estão sujeitas às vicissitudes meteorológicas especialmente da precipitação devendo, às vezes, serem flutuantes (tempo de cheia), sendo outras vezes fixas (tempo de seca) não podendo muitas vezes estabelecer se ela é sempre flutuante ou fixa. (REITZ, 1961).

Ao observar a capacidade adaptativa da vegetação hidrófita e relaciona-la com as “*vicissitudes meteorológicas*”, em especial, as respostas comportamentais das plantas em relação ao volume acumulado de água nas áreas úmidas em função da pluviosidade, P. Raulino Reitz sugere que as dimensões das superfícies hídricas nas baixadas úmidas podem oscilar em área de espelho d’água condicionando assim as espécies vegetais que ali se desenvolvem, bem como seu comportamento ecológico. Segundo Reitz (1961) a helossera foi dividida em 7 (sete) etapas: 1 - *etapa submersa*: caracterizada pela descrição da vegetação que se fixa no fundo dos lagos, das margens dos rios e sangradouros e das pequenas lagoas. Na descrição da etapa submersa aparece o gênero *Eleocharis*, o qual é objeto de estudo neste trabalho como gênero de espécies indicadoras da baixada úmida estudada; 2 – *etapa flutuante*: nesta etapa foi observada as propriedades adaptativas das plantas flutuantes tanto daquelas com as raízes fixas no lodo como daquelas que flutuam permanentemente. A Gentianácea *Nymphoides humboldtianum*, hoje reclassificada como Menyanthaceae *Nymphoides indica*, consta nas descrições da etapa flutuante como uma das espécies indicadoras desta etapa: “*vulgarmente conhecida como Soldanela d’água ou Estrêla branca com folhas flutuantes sôbre a superfície das águas e flôres alvas e bastante fimbriadas*”; 3 – *etapa das ciperáceas*: ao descrever parte das características desta etapa P. Raulino Reitz observa eventos climáticos entre tempos de pluviosidade e estiagem os quais interferem na sobrevivência e dominância da vegetação, bem como relaciona este fenômeno com a formação/concentração de matéria orgânica no solo. “*Preferem as Ciperáceas trechos de banhados relativamente rasos que chegam mesmo a secar em grandes estiagens. Estes lugares no entanto são bastante ricos em matérias orgânicas em decomposição procedentes quer em plantas mortas locais, quer de plantas arrastadas pelos rios*”. 4 – *etapa das turfeiras*: para apresentação desta etapa Reitz (1961) faz um resgate histórico citando E. Ule, botânico e professor de escola primária em Santa Catarina, o qual após realizar estudos no Brasil indicou que as turfeiras não eram vegetações exclusivas de planaltos conforme citação abaixo transcrita:

Foi E. Ule, que de professor de escola primária teuta em S. Catarina passou a ser eminente botânico, quem estudou especialmente as turfeiras do Brasil. Afirma ele (Bot. Jahrb. 27: 238 – 258, 1900) que antes era crença comum que as turfeiras eram

vegetações típicas dos planaltos, mas que após suas investigações teve que se convencer do contrário, ao menos na grande parte do Brasil em que fez as suas coleções. Nas inúmeras excursões que fiz na Zona Marítima entrei diversas vezes em contato com turfeiras. (REITZ, 1961)

O musgo *Sphagnum sp.* foi identificado como elemento principal desta formação. Segundo a descrição desta etapa outras plantas crescem por entre o *Sphagnum sp.* como “gramíneas dos gêneros *Andropogon*, *Panicum*, *Paspalum* e as Ciperáceas, especialmente do gênero *Rhynchospora*. Alguns pteridófitos especialmente *Blechnum occidentale* e *Dryopteris gongylodes* são também frequentes nas turfeiras”. 5 – etapa paludosa: esta etapa caracteriza-se por uma vegetação higrófila a qual ocupa leitos de antigas lagoas localizadas entre dunas de areia já fixadas por vegetação de restinga. “Aqui encontra-se verdadeiras plantas anfíbias que, em condições pluviométricas normais medram em solo encharcado, ou mesmo inundado, deverão viver aí em chão seco, quiçá torrado pelo sol por ocasião de fortes estiagens”. 6 – etapa brejosa: caracterizada por baixadas litorâneas com águas rasas composta por vegetação arbustiva, pobre em número de espécies, apresentando epífitas bem desenvolvidas. “Entre as lianas atrai a nossa atenção *Rhabdadenia pohlii* pelas suas grandes flores lilases”. 7 – etapas subsequentes: esta etapa apresenta as transições dos ambientes úmidos com as restingas secas. “Aos poucos o terreno torna-se menos úmido e vai aparecendo uma vegetação mais robusta que é a transição natural para a formação hidrófila da mata pluvial”.

Ao analisar a dinâmica sucessional da vegetação hidrossera Bresolin (1979) comenta os processos de seleção natural de substituição das espécies até a chegada ao “clímax climático” este fenômeno ecológico diretamente associado a sedimentação/colmatação das paleolagoas encontradas nos ambientes de restinga.

A vegetação flutuante das lagoas rasas e dos brejos, com seu sistema radicular, em geral bastante desenvolvido, mantém em suspensão e retém grandes quantidades de grânulos de areia e limo, fazendo com que continuamente aumente a camada de limo do fundo. **Esta atividade processando-se durante séculos ou milênios, acaba por diminuir ou mesmo soterrar por completo a superfície das águas, fazendo com que agora as plantas submersas de folhas flutuantes como *Nymphoides indica*, *Eichornea crassipes*, *Scirpus californicus*, *Myriophyllum brasiliense*, sejam substituídas pela etapa das Ciperáceas, onde irão dominar a Tiririca (*Cladium mariscus ssp. jamaicensis*) ou a Tiririca-branca (*Scirpus giganteus*) e outras Ciperáceas que apontamos no capítulo anterior (BRESOLIN, 1979, grifo nosso).**

O professor Daniel de Barcellos Falkenberg, seguramente, também, um importante naturalista histórico, contemporâneo, ainda em atividade, em seu artigo *Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil - 1999* caracterizou a vegetação de fitofisionomia herbácea/subarbustiva encontrada nas Lagunas, Banhados e Baixadas.

Desenvolve-se principalmente em depressões, com ou sem água corrente, podendo haver influência salina ou não. Em locais com inundações mais duradouras, geralmente

dominam as macrófitas aquáticas (Irgang et alii 1984, Cordazzo & Seeliger 1988, Irgang & Gastal Jr. 1996 - os 2 últimos com ilustrações das principais espécies), que são principalmente emergentes ou anfíbias, mas também podem ser flutuantes ou submersas, ambas, inclusive, às vezes com grande desenvolvimento. A altura das plantas é variável; em regiões menos úmidas ou com inundações mais temporárias, o porte da vegetação em geral não atinge 1 m, mas algumas espécies de macrófitas aquáticas podem atingir 1-2 m ou mais de altura. As trepadeiras geralmente são poucas (*Rhabdadenia pohlii*, *Mikania* spp.) ou, como as epífitas, praticamente inexistem (FALKENBERG, 1999).

Ao comentar sobre as dinâmicas dos ecossistemas de restinga, enfatizando a sua importância na estabilização dos sedimentos, bem como para a manutenção das drenagens naturais, Falkenberg (1999) indica que nos ambientes palustres as condições pedológicas e limnológicas podem ser alteradas em função do acúmulo de matéria orgânica. Os estudos do Professor Falkenberg promoveram as bases teórico/científicas para elaboração da Resolução Conama nº 261, de 30 de junho de 1999, a qual aprovou os parâmetros básicos para análises dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina.

Ao observar as relações dos aspectos físicos do ambiente como a topografia e a frequência de afloramento do lençol freático em baixadas úmidas encontradas na restinga na Praia da Joaquina com a variação na composição e na porcentagem da cobertura vegetal Castellani et al. (1995) sugerem, alicerçados pela chancela teórico/científica de outros autores, que a distribuição espacial da vegetação e a dinâmica populacional das espécies é influenciada por variáveis hidrológicas:

As comunidades vegetais de ambientes de baixadas úmidas de dunas têm a sua composição florística, distribuição espacial e dinâmica populacional de suas espécies bastante influenciadas pelo nível do lençol freático e a disponibilidade de água no solo (CASTELLANI et al., 1995)

Nos estudos de Castellani et al. (1995) para a observação da dinâmica dos alagamentos analisou-se as variáveis sazonais e anuais nos níveis de afloramento do lençol freático, as relações com o microrrelevo, e a conseqüente formação de mosaicos de vegetação a partir de gradientes complexos. Estipulou-se áreas parcialmente alagáveis, áreas totalmente alagáveis e áreas não alagáveis, esta caracterização corresponde com as variações altimétricas e desníveis registrados no microrrelevo.

Neste sentido, as parcelas amostrais em estudo refletiram, ao longo do tempo, um gradiente crescente de umidade e de afloramento do lençol freático da área 3 (não alagável), para a área 1 (parcialmente alagável) e para a área 2 (totalmente alagável) (CASTELLANI et al., 1995).

A *Tibouchina urvilleana* e *Indigofera sabulicola* são as espécies indicadoras das áreas não alagáveis encontrando-se nos limites dos alagamentos, ou seja, nas transições com as restingas secas.

Apesar de *T. urvilleana* ter sofrido danos com o alagamento, a ocorrência de arbustos deste gênero é comum em brejos herbáceos-arbustivos entre cordões de dunas (ARAÚJO & HENRIQUES, 1984) e em terrenos úmidos e alagáveis de restingas (RIZZINI, 1977). *T. urvilleana*, porém, é descrita como de ocorrência em dunas fixas (REITZ, 1961) e como espécie secundária da restinga (BRESOLIN, 1979) (CASTELLANI et al. (1995).

Ainda segundo Castellani et al. (1995) nas áreas totalmente alagáveis a dominância em cobertura vegetal foi representada pela espécie *Eleocharis geniculata*., “o maior valor de cobertura em dezembro de 1990 foi o de *Eleocharis geniculata*, que germinou de forma abundante por toda esta área logo após o alagamento do verão deste ano”.

Por fim, Castellani et al. (1995) indicam que as variações estruturais nas formações herbáceas possuem dinamicidade de caráter cíclico, ligadas às alterações de pluviosidade e oscilações nos níveis d’água do lençol freático, não devendo ser confundidas com processos sucessionais:

As variações estruturais de riqueza e abundância das espécies observadas nas 3 áreas, ao longo dos anos estudados, parecem estar ligadas às alterações de pluviosidade e dinâmica do lençol freático. Este caráter dinâmico da comunidade em estudo está de acordo com o observado por LAAN (1979) e também relatado por CHAPMAN (1976), reforçando que comunidades de baixadas úmidas de dunas têm variações temporais influenciadas pelo nível do lençol freático, não figurando tais variações como um processo sucessional, que é mais direcional, e sim como mudanças de caráter mais cíclico. Variações estruturais similares são descritas para outras formações vegetais herbáceas.

Costa et al. (2003), chamaram de turfeiras topotróficas áreas úmidas, alagadas por águas do lençol freático, de forma periódica ou permanente, cujas terras altas adjacentes formam a área de contribuição da água da chuva precipitada a qual por percolação alimenta o lençol freático aflorando nas depressões centrais da área da trufeira. As referidas turfeiras topotróficas são compostas de solo orgânico e a vegetação predominante caracterizada como fanerógamas aquáticas emergentes:

As turfeiras podem ser classificadas como sistemas palustres (sensu Cowardin et al. 1979), compostos por corpos de águas rasas permanente ou periodicamente alagados por água de precipitação pluviométrica, sem margem bem definida e com fundo coberto por vegetação e lodo orgânico. O acúmulo no sedimento de matéria orgânica vegetal composta por celulose, lignina e outras substâncias com estrutura química cíclica de difícil degradação, combinado com condições desfavoráveis à decomposição aeróbica, como o excesso de água, ausência de oxigênio e reação ácida, facilitam o processo de humificação (formação de ácido húmico ou colóides húmicos insaturados) (Villwock et al. 1980; Damman & French 1987).

Costa et al. (2003) observaram que as formações vegetais acompanhavam um gradiente de distribuição de acordo com a topografia, bem como com a distância do lençol freático:

Apesar do lençol freático ficar a maior parte do ano a poucos centímetros acima da superfície do solo, a microtopografia e os, respectivos, maior e menor tempos de alagamento entre a região mais baixa e mais alta da turfeira são suficientes para

induzir mudanças na composição da cobertura vegetal. Quatro formações vegetais foram caracterizadas pelas espécies dominantes dentro da turfeira: (1) depressão central ou banhados, dominados pelo capim-navalha; (2) planos médios, dominados por gravatás; (3) bosques marginais de arbustos palustres e (4) campos de turfa.

O estudo de Costa et al. (2003) indica que as espécies vegetais de restinga típicas de ambientes úmidos distribuem-se em diferentes gradientes para as depressões centrais da turfeira de forma “*espacial zonada*”. As formações vegetais registradas apresentam dominâncias com fitofisionomias herbáceas e arbustivas. Espécies herbáceas como *Rhynchospora sp.*, *Eleocharis sp.*, *Panicum helobium*, *Paspalum sp.*, *Ischaemum sp.*, *Sphagnum sp.*, *Centella asiatica* e *Nymphoides indica*, foram registradas neste estudo.

Ao tentar unificar um conceito de banhado, Simioni et.al (2017), reconhecem, após a análise de diferentes trabalhos, a dificuldade de caracterizar este tipo de área úmida em função da diversidade de possibilidades ecológicas existentes para este modelo de ecossistema:

As Áreas Úmidas (AUs) estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo, apresentando altos níveis de diversidade biológica e de produtividade primária e secundária. No sul do Brasil, Argentina e Uruguai, o termo Banhado tem sido empregado para caracterizar um tipo de AUs, sendo inclusive considerado Área de Preservação Permanente. Entretanto nem a legislação vigente, nem os trabalhos que definem banhados apresentam uma definição clara e concisa para estes ecossistemas.

No entanto, ainda que não exista um consenso conceitual para banhado, o trabalho de Simioni et.al (2017) sugere os seguintes critérios mínimos a serem observados para caracterização de áreas úmidas: a água superficial; a vegetação adaptada as oscilações do nível da água (alternância entre períodos de excesso e déficit hídrico); e a presença de solos hídricos ou solos com sinais de hidromorfismo. Ao final do artigo Simioni et.al (2017) propõem uma definição para banhado conforme transcrição abaixo:

O termo Banhado, refere-se a um tipo de Área Úmida que apresenta alta complexidade e grande diversidade de gradientes ambientais. Estes ecossistemas são caracterizados pela presença de: i) depósitos paludiais e turfas; ii) solos hidromórficos; e iii) presença de macrófitas aquáticas. São regulados pelos pulsos de inundação, permanecendo constante ou temporariamente inundados, com a presença de vegetação adaptada às flutuações do nível da água e uma biota característica.

Guasselli (2005), ao estudar a dinâmica da vegetação do banhado do Taim no Rio Grande do Sul, relacionou a distribuição das espécies vegetais aos chamados pulsos de inundação, os quais ocorrem em hidroperíodos, promovendo assinaturas hidrológicas nos ecossistemas úmidos:

O estudo de sistemas hidrológicos e a identificação do hidroperíodo em ambientes costeiros se revestem de importância quando considerados a estabilidade e a manutenção desses ambientes com vistas à preservação de suas funções. O hidroperíodo é definido como a ocorrência periódica ou regular de inundação ou saturação do solo, sendo, portanto, a assinatura hidrológica de terras úmidas, a qual depende do balanço hídrico, topografia e das condições superficiais.

Guasselli (2005) também comenta que estes pulsos podem variar, estabelecendo períodos secos e úmidos os quais provocam aparente mudanças na composição da vegetação. No entanto, este fenômeno pode compor parte de uma memória evolutiva desses ambientes para manutenção de determinadas espécies e da estabilidade desses ecossistemas:

Estes ajustes têm diferentes implicações, dependendo da frequência, duração, magnitude e estacionalidade destes pulsos. Acompanhando a períodos extraordinariamente secos ou úmidos, produzem-se modificações drásticas na capacidade de carga, de aparência irreversível. Entretanto, em tempos relativamente curtos, opera-se a recuperação biótica do sistema. Logo que cessar o período crítico, como consequência da memória biológica acumulada nos sistemas em tempos evolutivos.

Ainda que os estudos de Guasselli (2005) tenham se concentrado em uma área úmida de grandes proporções como é o caso do Banhado do Taim, diferentemente do tipo de área úmida estudada neste trabalho dissertativo, o referido autor entende que a heterogeneidade ambiental influencia significativamente na dinâmica das estruturas das comunidades ecológicas, salientando que a heterogeneidade topográfica cria complexos mosaicos no substrato refletidos na composição dos ecossistemas, a qual pode ser aplicada em micro escala de áreas úmidas:

Em micro escala as terras úmidas também têm variações, como por exemplo, pequenas elevações e consequentes áreas de terrenos mais secos ou pequenas depressões, poços e canais rasos (Morzaria- Luna, 2004). A variação micro-topográfica é estreitamente correlacionada com a distribuição e vigos dos indivíduos e das comunidades de plantas em terras úmidas (Schelesinger, 1978).

Apresentados os aspectos teóricos sobre o objeto de estudo referente as respostas adaptativas da vegetação de restinga em diferentes tipologias de áreas úmidas com o meio físico, passa-se agora a delimitar o tipo de depósito quaternário, bem como a estratigrafia de interesse, para a devida restrição geológica e geomorfológica da área de estudo.

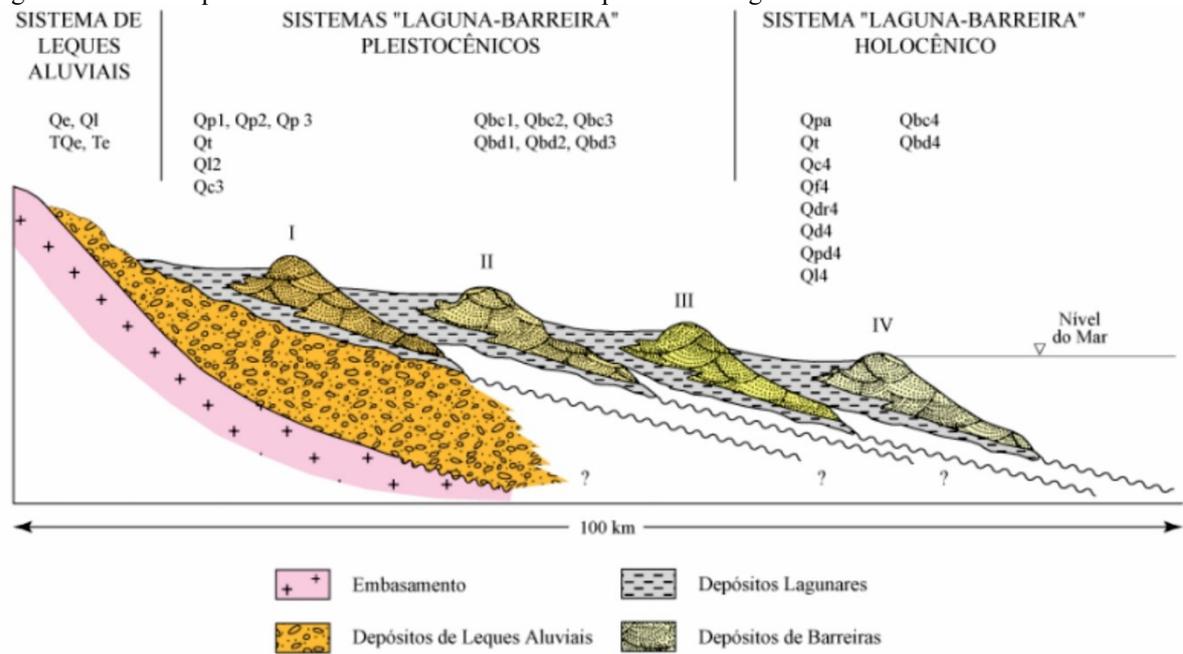
Segundo Tomazelli et al. (2005), o sistema deposicional aplicado para realidade da planície costeira específica para este trabalho dissertativo, é o caracterizado como *Sistema Depositional Laguna-Barreira - III* o qual formou-se em um evento transgressivo-regressivo pleistocênico (Figura 1).

Horn Filho et al. (2014) entendem que as composições estratigráficas dos sistemas deposicionais Laguna-Barreira III e IV são aplicadas para o Estado de Santa Catarina relacionando este posicionamento em função da existência de grande quantidade de lagunas costeiras:

Em Santa Catarina são encontradas pelo menos os níveis três e quatro da sequência. Segundo Tessler & Goya (2005), as inúmeras lagunas costeiras que caracterizam a planície costeira da região Sul do Brasil têm sua origem relacionada ao desenvolvimento de sistemas laguna-barreira, responsáveis pelo isolamento dos corpos lagunares. Estes sistemas consistem, segundo os autores, em formações

arenosas que se acumulam em função da disponibilidade de sedimentos associados à ação do vento e da energia significativa das ondas durante as oscilações do nível do mar.

Figura 1 – Perfil esquemático transversal dos sistemas deposicionais laguna-barreira.



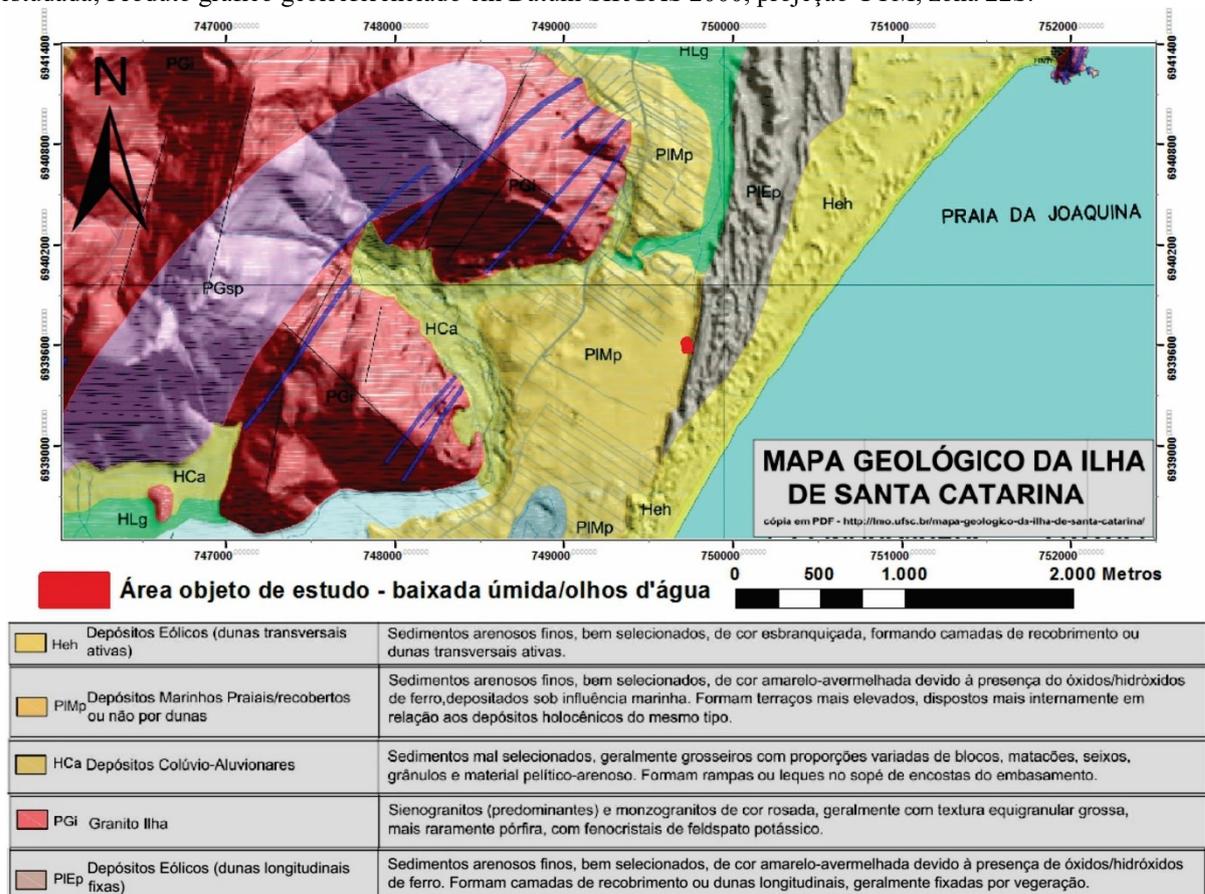
Fonte: TOMAZELLI et al.2005.

A figura 2 representa o recorte de parte da área da Bacia Hidrográfica do Rio Tavares referente a área de contribuição para as águas subterrâneas dos olhos d'água presentes na baixada úmida objeto deste estudo.



de cor amarelo-avermelhada devido à presença de óxidos/hidróxidos de ferro, depositados sob influência marinha. Formam terraços mais elevados, dispostos mais internamente em relação aos depósitos holocênicos do mesmo tipo – formado no Pleistoceno, unidade estratigráfica Depósitos da Planície Costeira, (Figura 3). A leste da área de estudo em direção ao oceano Atlântico encontram-se dunas pleistocênicas caracterizadas como PIEp – Depósitos eólicos (dunas transversais) e seguindo em direção a faixa de praia registra-se Heh – Depósitos eólicos (dunas transversais ativas) de origem holocênica, (Figura 3).

Figura 3 – Representação de parte do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI, 2014) referente ao meio físico geológico, em especial, a área de contribuição das águas subterrâneas para a baixada úmida estudada; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fontes: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI, 2014), modificado pelo autor.

Segundo Tomazelli, et al. (1991) a diminuição do espelho d'água nos sistemas paludiais deve-se a um progressivo processo de colmatção dos corpos aquosos costeiros, cuja vegetação se estabelece a partir da diminuição da lâmina de água traduzindo-se em estágios evolutivos destes ambientes:

A origem mais comum destes ambientes paludiais componentes do sistema lagunar holocênico está claramente associada ao processo natural de colmatção dos corpos aquosos costeiros (lagoa e lagunas) que vão sendo progressivamente tomados pela vegetação à medida que suas lâminas de água diminuem. Ao longo da planície lagunar holocênica da região mapeada se encontram, hoje em dia, ambientes que representam praticamente todos os estágios deste processo evolutivo.

Tomazelli et al. (1991), sugere-se que a colmatação é mais lenta em função da distância de fontes ativas de sedimentação:

Um primeiro mecanismo de colmatação que é possível de se reconhecer ao longo da planície lagunar é o que atinge os lagos que se encontram isolados, distantes de fontes ativas de sedimentação clásticas (eólica ou fluvial) e que, conseqüentemente, apresentam um preenchimento sedimentar mais lento promovido principalmente pela vegetação que, gradativamente, avança desde as margens. **Assim, o processo de colmatação destes lagos, controlado pelo progressivo avanço da vegetação das margens para o centro do corpo de água tende a ser simétrico.** Estes lagos com baixo aporte de sedimentos clásticos podem evoluir para turfeiras (grifo nosso).

## 2.2 DA HERMENÊUTICA JURÍDICA AMBIENTAL APLICADA AO OBJETO DE ESTUDO

Interpretar o direito positivado nos diplomas legais, ainda que em democracias constitucionais consolidadas ou em processo de consolidação, seguramente exige perspicácia semântica, análise do cenário político/sociológico e, principalmente, o conhecimento dos interlocutores envolvidos em determinada demanda jurídica, seja ela em nível acadêmico discursivo, ou no âmbito das litigâncias, em especial, as demandas judiciais ambientais, objeto principal de estudo para este trabalho. Em função da multidisciplinaridade que envolve a temática ambiental torna-se necessário formatar estratégias hermenêuticas interpretativas das normas presentes no ordenamento jurídico brasileiro, as quais vão além daquelas tradicionalmente utilizadas pelo direito.

### 2.2.1 Hermenêutica Jurídica Ambiental

Aspectos técnicos/científicos estão presentes em todas as normas ambientais. Ainda que conceitos, parâmetros, limites no uso da propriedade, características indicadoras de determinados ecossistemas, possibilidades de flexibilização na proteção ambiental, restrições protetivas e conservacionistas apresentem-se positivados desde a Constituição Federal de 1988, perpassando de forma sistemática para leis, decretos e resoluções, os ruídos interpretativos para adequação legal de uma determinada situação fática são constantes. A dificuldade na aplicação de uma assertiva subsunção da norma ambiental a uma determinada situação fática, ambientalmente complexa, gera conflitos, os quais, em inúmeras vezes, acabam por serem apreciados pelo Poder Judiciário por meio das tutelas processuais coletivas na defesa de direitos e interesses difusos. Atribuir sentido às normas constitucionais, com posterior sistematização para diplomas infraconstitucionais, obriga o interprete observar de forma crítica e contextualizada aspectos em constante transformações nos campos político e socioeconômico.

Na esfera ambiental devem os interlocutores atentarem para toda a multidisciplinaridade técnica/científica apresentada em um cenário contemporâneo em constante transformação.

Propor-se-á no decorrer das futuras inserções alguns mecanismos semânticos para a aplicação de uma hermenêutica jurídica ambiental, na qual o objeto interpretativo final buscará a manutenção das garantias difusas e intergeracionais de um meio ambiente equilibrado para às presentes e futuras gerações, em especial no que se refere à proteção das áreas úmidas tipificadas como baixadas úmidas ou paleolagoas em ambientes de restinga.

Antes de adentrar especificamente na proposta de uma hermenêutica jurídica ambiental aplicada ao objeto principal do presente estudo faz-se necessário discutir alguns aspectos conceituais sobre interpretação constitucional e infraconstitucional. O caminho epistemológico para o estudo dos mecanismos interpretativos, neste primeiro momento, em que se tratará de forma geral os aspectos referentes a hermenêutica constitucional, será aquele proposto por Barroso (2010) em seu livro *Curso de Direito Constitucional Contemporâneo: os conceitos fundamentais e a construção de um novo modelo*. Nesta obra o autor apresenta os aspectos conceituais que alicerçarão parte da técnica de ampliação interpretativa jurídica para o objeto deste trabalho.

A hermenêutica tem sua origem no estudo dos princípios gerais de interpretação bíblica. Para judeus e cristãos, seu objeto geral era descobrir as verdades e os valores contidos na Bíblia. Para a tradição judaico-cristã, como é corrente, a Bíblia tem um caráter sagrado, pela crença de que expressa a revelação divina. Desde os primórdios surgiram divergências acerca da maneira adequada de interpretá-la: se de modo literal, moral, alegórico ou místico. Da religião o termo passou para a filosofia, daí para a ciência e depois para o Direito. A *hermenêutica jurídica* é o domínio teórico, especulativo, voltado para a identificação, desenvolvimento e sistematização dos princípios de interpretação do Direito. A *interpretação jurídica* consiste na atividade de revelar ou atribuir sentido a textos ou outros elementos normativos (como princípios implícitos, costumes, precedentes), notadamente para o fim de solucionar problemas. Trata-se de uma atividade intelectual informada por métodos, técnicas e parâmetros que procuram dar-lhe legitimidade, racionalidade e controlabilidade. A *aplicação* de uma norma jurídica é o momento final do processo interpretativo, sua incidência sobre os fatos relevantes. Na aplicação se dá a conversão da disposição abstrata em uma regra concreta, com a pretensão de conformar a realidade ao Direito, *o ser ao dever ser*. É nesse momento que a norma jurídica se transforma em norma decisão. Outro conceito relevante, especialmente no âmbito da interpretação constitucional, é o de *construção*. Por sua natureza, uma Constituição se utiliza de termos vagos e de cláusulas gerais, como igualdade, justiça, segurança, interesse público, devido processo legal, moralidade ou dignidade humana. Isso se deve ao fato de que ela se destina a alcançar situações que não foram expressamente contempladas ou detalhadas no texto. **A interpretação consiste na atribuição de sentido a textos ou a outros signos existentes, ao passo que a construção significa tirar conclusões que estão fora e além das expressões contidas no texto e dos fatores nele considerados. São conclusões que se colhem no espírito, embora não na letra da norma** (BARROSO, 2010, grifo nosso).

A atribuição de sentido aos textos legais bem como, aos signos presentes em uma determinada norma ambiental encontra na lição de Barroso (2010) a aplicação constante do

conceito de construção. Interpretar uma norma ambiental carregada de preceitos técnicos/científicos requer habilidades e competências multidisciplinares as quais, por óbvio, necessitam abrir diálogo com diversas áreas do conhecimento as quais ultrapassam as fontes tradicionais do direito.

As normas ambientais são carregadas de construções principiológicas as quais fundamentam toda a uma estrutura complexa e sistêmica de interpretação. Ocorre que, para posicionar a hermenêutica ambiental frente o cenário contemporâneo é necessário cautela, perspicácia dos interlocutores e, principalmente, trabalho semântico multidisciplinar entre comunidade científica e comunidade jurídica, dada a dificuldade de interpretação referente ao volume conceitual positivado nas normas. Neste sentido, colhe-se o entendimento de Belchior (2011) em *Hermenêutica Jurídica Ambiental*.

A particularidade de uma hermenêutica ambiental se fortalece, ainda pelo fato de a ordem jurídico-ambiental ser dotada de conceitos vagos, amplos e indeterminados, além da intensa discricionariedade do Executivo. Destaca-se, ademais, que diante do caráter principiológico dos direitos fundamentais, é inevitável a constante colisão entre eles, como ocorre entre o direito ao meio ambiente com o direito à propriedade, o direito à liberdade, o direito à iniciativa privada, o direito ao desenvolvimento, o direito ao pleno emprego etc. levando à necessidade de técnicas interpretativas adequadas (BELCHIOR, 2011).

Steigleder (2017), apresenta uma crítica pertinente, demonstrando as dificuldades encontradas na construção de uma hermenêutica ambiental, bem como revela o conflito estabelecido entre as linguagens jurídicas e científicas em matéria ambiental, o que, por conseguinte, dificulta a promoção de uma satisfatória interface ciência e direito:

No campo da reparação de danos ambientais, as incongruências entre as linguagens científicas e jurídicas se verificam especialmente no que diz respeito à prova do dano ambiental. Para os cientistas, nem sempre todas as dimensões do dano estão desde logo reveladas. Há desdobramentos da lesão que somente serão perceptíveis a longo prazo, tais como os efeitos carcinogênicos de uma determinada contaminação do lençol freático, gerada por um aterro de resíduos sólidos industriais. Exige-se, por demais, uma abordagem multidisciplinar, capaz de identificar todas as *nuances* do impacto (STEIGLEDER, 2017).

...

Já para o jurista, será preciso provar o dano certo, atual e pessoal, não sendo de regra, suficiente apenas apontar para as probabilidades, ainda que fundadas em juízos de verossimilhança científica. Aqui se estabelece um problema de percepção do tempo: para os juristas e para sociedade contemporânea, vive-se no muito curto prazo, acelerado pelo ritmo frenético das informações que circulam no espaço virtual, ao passo que a Natureza vivencia os milhares de anos. Assim, “para salvaguardar a Terra ou respeitar o tempo, no sentido da chuva e do vento, será necessário pensar a longo prazo, e por não vivermos nele, teremos desaprendido de pensar segundo os seus ritmos e o seu alcance” (STEIGLEDER, 2017).

A construção da sistemática interpretativa proposta para este trabalho inicia pela Constituição da República Federativa do Brasil promulgada em 5 (cinco) de outubro de 1988. O artigo 225 da CF/88 atribui a coletividade um sistema de responsabilidades compartilhadas

(Estado e sociedade) na proteção e preservação do meio ambiente, o qual traduz-se e alicerça-se em um conjunto principiológico para manutenção de garantias fundamentais que devem extrapolar de forma intergeracional linhas de tempo histórico de curto e médio prazo e, principalmente, opções políticas efêmeras em descompasso e/ou descompromissadas com as futuras gerações.

**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 dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

O sentido interpretativo perseguido no que se refere a solidariedade intergeracional positivada e imposta a coletividade por meio do comando constitucional aqui apresentado, é colhido da lição Sarlet (2014):

O princípio da solidariedade intergeracional estabelece responsabilidades (morais e jurídicas) para as gerações humanas presentes em vista da ideia de justiça intergeracional, ou seja, justiça (e equidade) entre gerações humanas distintas. As gerações futuras nada podem fazer hoje para preservar o ambiente, razão pela qual toda a responsabilidade (e deveres correspondentes) de preservação da vida e da qualidade ambiental para o futuro recai sobre as gerações presentes. (SARLET, 2014)

Ora, no que tange o objeto principal de estudo deste trabalho, pretende-se demonstrar que determinadas baixadas úmidas e paleolagoas, em situações ecológicas específicas, podem originar olhos d'água em ambientes de restinga, os quais constituem importantes ecossistemas promovendo e assegurando, serviços ambientais para a coletividade e conseqüente a manutenção do equilíbrio ecológico de outros ecossistemas adjacentes, bem como, a preservação da diversidade biológica que ali se desenvolve.

Dando continuidade a sistemática de organização hermenêutica proposta para fomentar a discussão quanto ao regime de proteção permanente e de proteção especial dos olhos d'água originados a partir da colmatação/sedimentação de baixadas úmidas em ambientes de restinga, tem-se no parágrafo §1º, inciso III do artigo 225 da CF/88 o comando constitucional que impõe ao poder público a definição de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

**III** - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; (BRASIL, 1988).

Embora o dispositivo constitucional supra citado determine a criação de Unidades de Conservação em todas as unidades da Federação, o que por sua vez encontra-se positivado na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, a qual regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII

da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, não é sobre este tipo de proteção jurídica que este trabalho trata, nem mesmo em sentido hermenêutico ampliado. Ou seja, os espaços territoriais especialmente protegidos positivados no ordenamento constitucional são entendidos como gênero, dos quais as Unidades de Conservação, as Áreas de Preservação Permanente, o instituto da Reserva Legal e os Patrimônios Nacionais podem constituir espaços territoriais especialmente protegidos.

A linha interpretativa para o §1º, inciso III do artigo 225 da CF/88 busca a semântica referente aos espaços especialmente protegidos que extrapolam as Unidades de Conservação, ou seja traduzem-se nos institutos de áreas de preservação permanente e nos espaços especialmente protegidos ambos positivados em leis de caráter geral, como é o caso da Lei nº 12.651/2012 – Lei de proteção da vegetação nativa, bem como em Leis de regime especial como é o caso da leis nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 - Lei de utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Conforme Leite (2015) entende-se para este trabalho que a semântica constitucional dada para expressão *espaços especialmente protegidos* extrapola, muitas vezes, o próprio conteúdo positivado nas normas, já que a complexidade de situações ecológicas apresentadas em determinados ecossistemas, torna quase impossível a subsunção exata, necessitando de conjuntos interpretativos, alicerçados em estudos científicos para correta aplicação conjunta dos diplomas legais presentes no ordenamento jurídico brasileiro.

Partindo do sistema de garantias constitucionais, alicerçados nos direitos fundamentais de terceira dimensão, os quais possuem caráter universal na perspectiva de que a preservação dos ecossistemas aqui estudados, estes diretamente ligados a noção difusa de meio ambiente ecologicamente equilibrado para a ampliação de direitos humanos, enxerga-se nesta proposta de interpretação uma nova fonte para aplicação das normas ambientais frente a situação fática por ora estudada, ou seja a proteção das baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas em ambientes de restinga.

### **2.2.2 Da Prova Pericial como ferramenta multidisciplinar na interpretação da norma ambiental e do incentivo da participação popular na defesa do meio ambiente.**

A prova pericial produzida no âmbito das ações civis públicas pode ser entendida como uma ferramenta multidisciplinar de auxílio aos interpretes da norma ambiental, já que ao estudar determinado contexto fático, o qual ensejou determinada demanda coletiva, o perito do juízo traduz e promove a interface do conhecimento científico com o jurídico. Passa-se agora a

demonstrar e, conseqüentemente sugerir, uma hermenêutica jurídica ambiental alicerçada em elementos técnicos/científicos presentes e extraídos a partir de provas periciais produzidas dentro da jurisdição ambiental. Esse entendimento da prova pericial como um dos instrumentos para interpretação da norma ambiental é compartilhado na obra *A Prova na Jurisdição Ambiental* de Saraiva Neto (2010), o qual amplia a discussão demonstrando a necessidade da utilização de mecanismos multidisciplinares na produção de prova pericial em juízo:

O dano futuro progressivo, por conseguinte, decorre da acumulação de fatores, oriundos de um ou mais agentes, os quais, isoladamente considerados, não se atribui relevância, porquanto de pequena monta, mas que poderão se avolumar e, então sim, caracterizar um dano expressivo. Nesta hipótese, exige-se igualmente uma abordagem antecipada, para evita-lo; mas, como sua ocorrência não é certa, a percepção de sua probabilidade dependerá do bom uso da melhor técnica disponível, inclusive em caso de prova pericial em juízo (SARAIVA NETO, 2010).

A prova pericial oportuniza espaço de interlocução entre a ciência e o direito. Ao determinar a produção de prova pericial o Juiz busca, por meio de seus peritos de confiança, auxílio técnico para interpretação da situação fática a qual gerou determinada litigância ambiental. A construção conceitual que se estabelece entre o que está positivado na norma ambiental com os resultados científicos colhidos nos trabalhos periciais, seguramente deve ser entendida como uma ferramenta de auxílio hermenêutico para o magistrado dizer o direito ao final na decisão de mérito em sentença. A prova pericial produzida em demandas ambientais gera, em essência, um mecanismo de transposição didática dos fenômenos científico/técnicos referentes ao objeto principal para o universo conceitual jurídico positivado na norma ambiental. Para cada aspecto normativo presente em uma determinada norma ambiental, ainda que se utilize um mesmo dispositivo legal, os resultados dos estudos periciais podem gerar interpretações distintas, dada as nuances e o caráter multidisciplinar inerente às ciências ambientais. Nesse sentido, parte da literatura especializada que versa sobre a temática multidisciplinar da prova pericial em Ações Civis Públicas, em especial o entendimento de Araújo (2010), afirma a importância da prova pericial no âmbito das ações civis públicas, e a conseqüente responsabilidade dos peritos ambientais na defesa e promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado:

O esforço de se proteger o meio ambiente e solucionar os conflitos, que na maioria das vezes resultam num alto custo ambiental e social, tem demandado, nos últimos anos, a construção de teorias, princípios, métodos e instrumentos inovadores tanto na área do Direito quanto nas diversas áreas do conhecimento relacionadas com a questão ambiental. Inclusa neste processo, encontra-se a “*Perícia Ambiental*”, uma importante especialidade de perícia, relativamente nova no Brasil, mas que tem evoluído consideravelmente nos últimos anos, principalmente devido ao aprimoramento da legislação ambiental. Trata-se de uma atividade profissional de relevante interesse social, de natureza complexa e ainda em fase inicial de estruturação, a exigir uma prática multidisciplinar e a atuação de profissionais altamente qualificados para o trato das questões ambientais, além de estudos e

pesquisas que fundamentem o desenvolvimento de seus aspectos, teóricos, técnicos e metodológicos (ARAÚJO, In: CUNHA E GUERRA, 2010).

Essa perspectiva didática multidisciplinar da prova pericial está positivada no Código de Processo Civil - Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015 no §3º do art.473:

§ 3º Para o desempenho de sua função, o perito e os assistentes técnicos podem valer-se de todos os meios necessários, ouvindo testemunhas, obtendo informações, solicitando documentos que estejam em poder da parte, de terceiros ou em repartições públicas, bem como instruir o laudo com planilhas, mapas, plantas, desenhos, fotografias ou outros elementos necessários ao esclarecimento do objeto da perícia (BRASIL, 2015).

Ainda no sentido da decodificação técnica/científica das análises ambientais produzidas pela prova pericial o Código de Processo Civil no art. 473, §1º, determina que a redação do laudo pericial promova uma abstração didática multidisciplinar do objeto em análise em linguagem simples, corroborando para que as partes, principalmente aquelas que não possuem o domínio técnico/científico, possam extrair elementos estruturantes para a construção democrática e republicana do contraditório e da ampla defesa durante a instrução processual. Nesse sentido colhe-se o entendimento de Carvalho (2013):

A configuração probatória do dano ambiental depende de um processo de interface (acoplamento estrutural) entre o direito e a ciência, em que o direito deverá proceder a um processo de decodificação das descrições técnicas efetuadas pelos peritos, configurando tais reações como dano ou impacto ambiental. Tal circunstância coloca em destaque a prova pericial no processo ambiental para a realização de exames por profissionais dotados de conhecimentos técnicos específicos e cuja finalidade é esclarecer dúvidas acerca das repercussões ambientais de determinados eventos (CARVALHO, 2013).

Ampliando o espectro de importância da prova pericial para defesa dos interesses difusos tutelados em Ações Civis Públicas vislumbra-se, neste momento, a produção de estudos, os quais se valem das mesmas técnicas utilizadas na produção de provas periciais para a construção de mecanismos preventivos na defesa de bens ambientais, bem como a formulação de acordos semânticos para realidades fáticas complexas. Em função de um mesmo fenômeno científico ambiental possuir uma série de nuances e peculiaridades é possível, como será demonstrado, que uma mesma situação ecológica revele superposições de diplomas legais. Estas particularidades técnicas e jurídicas reveladas a partir das técnicas periciais, provocam um constante aperfeiçoamento hermenêutico ambiental no sentido de criar mecanismos preventivos a iminentes danos ambientais e/ou na manutenção de áreas de preservação permanente e de áreas especialmente protegidas. Neste sentido colhe-se mais uma vez a lição de Saraiva Neto (2010):

Neste momento final a atenção volta-se à prova na tutela preventiva de dano ambiental. Conforme analisado anteriormente, tanto a Ação Popular quanto a Ação Civil Pública podem ter objeto: a anulação de um ato lesivo ao meio ambiente, a condenação do agente responsável por uma degradação para reparar ou indenizar um

dano ambiental, bem como podem servir para alcançar uma tutela jurisdicional voltada a evitar uma lesão ambiental, de acordo com os princípios da precaução e da prevenção (SARAIVA NETO, 2010).

A CF/88 impõe a participação popular da sociedade civil, “*a coletividade*”, na defesa do meio ambiente. Uma alternativa para levar ao Poder Judiciário a apreciação da proposição de apropriação hermenêutica jurídica/científica dos aspectos que caracterizam as áreas úmidas como ecossistemas especialmente protegidos são as Ações Cíveis Públicas, propostas por associações civis constituídas com as finalidades institucionais de promover a proteção do meio ambiente.

A Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985, disciplina a tutela processual coletiva para a defesa, apuração de danos e violações a direitos difusos, coletivos e individuais homogêneos, dentre os tantos especificamente elencados na norma, o meio ambiente. As associações estão entre as partes legitimadas para proposição de Ações Cíveis Públicas, segundo o art.5º, inciso V, alíneas a’ e b’ do referido instrumento democrático de acesso à Justiça Ambiental:

**Art. 5º** Têm legitimidade para propor a ação principal e a ação cautelar:

V – a associação que, concomitantemente:

- a) esteja constituída há pelo menos 1 (um) ano nos termos da lei civil;
- b) inclua, entre suas finalidades institucionais, a proteção ao patrimônio público e social, ao meio ambiente, ao consumidor, à ordem econômica, à livre concorrência, aos direitos de grupos raciais, étnicos ou religiosos ou ao patrimônio artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico. (BRASIL, 1985).

Sarlet (2014) comenta a importância da sociedade civil organizada na defesa do meio ambiente frente ao Poder Judiciário:

Também no plano judicial deve-se assegurar o caráter democrático-participativo da norma constitucional-ambiental, possibilitando aos atores sociais (**associações ambientalistas, cidadãos, associações de bairro, movimentos populares etc.**) uma participação qualificada (**e, portanto, necessariamente bem informada**) e ativa na formação da vontade e tomada de decisão político-administrativa. No ordenamento jurídico brasileiro, há inúmeros instrumentos processuais que potencializam e podem ser utilizados com esse viés participativo-ambiental. Sem dúvida, as duas principais ações que tradicionalmente veiculam a proteção do ambiente são a ação civil pública (Lei n.7347/85) e a ação popular (art.5º, LXXIII, da CF/88 e Lei n.4717/65) (SARLET, 2014, grifo nosso).

Importante reflexão é feita por Belchior (2011) sobre a participação popular e democrática na promoção de movimentos ambientais progressistas:

O primeiro princípio que merece atenção e acaba sendo condição inafastável para os demais é o princípio da democracia ambiental, por se encontrar na essência do Estado de Direito Ambiental, sendo manifestação conjunta dos princípios fundantes da legitimidade e da solidariedade, assim como dos valores justiça e sustentabilidade. O art. 1º, II, da CF/88, trata, expressamente, da cidadania como princípio fundamental do Estado brasileiro e aborda, ainda, o princípio democrático no parágrafo único do mesmo dispositivo ao afirmar que “todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de seus representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição”. **O Estado de Direito Ambiental, ao revelar como valor-base a sustentabilidade, originada do princípio da solidariedade, exige uma nova concepção de cidadania, intitulada de cidadania ambiental, com uma participação ativa do povo na**

**qualidade de sujeito do direito-dever do meio ambiente ecologicamente equilibrado** (BELCHIOR, 2011, grifo nosso).

Nesse sentido, princípio da participação comunitária, segundo Milaré (2009), torna-se eficaz para auxiliar o poder público na promoção da defesa do meio ambiente:

O princípio da participação comunitária, que não é exclusivo do Direito Ambiental, expressa a ideia de que, para a resolução dos problemas do ambiente, deve ser dada especial ênfase à cooperação entre o Estado e a sociedade, através da participação dos diferentes grupos sociais na formulação e na execução da política ambiental. Isto vale para os três. De fato, é fundamental o envolvimento do cidadão no equacionamento e implementação da política ambiental, dado que o sucesso desta supõe que todas as categorias da população e todas as forças sociais, conscientes de suas responsabilidades, contribuam para a proteção e a melhoria do ambiente, que, afinal, é bem e direito de todos. (MILARÉ, 2009).

Embora diferentes autores definam nomenclaturas distintas para caracterização dos princípios que promovem a participação da sociedade civil organizada na defesa do meio ambiente, todas as construções doutrinárias possuem a mesma semântica. A defesa do meio ambiente por meio da participação popular é inerente à democracia, ou seja, deve ser o resultado de uma educação ambiental crítica fundamentada em valores de Justiça Ambiental. A Justiça Ambiental a qual difere em natureza e construção epistemológica do Direito Ambiental preocupa-se com o diálogo narrativo frente às externalidades provocadas pela degradação ambiental sistêmica a qual atinge em primeiro momento sempre os mais vulneráveis. Segundo Acelrad (2005) Justiça Ambiental define-se conforme citação abaixo transcrita:

Justiça Ambiental é, portanto, uma noção emergente que integra o processo histórico de construção subjetiva da cultura dos direitos no bojo de um movimento de expansão semântica dos direitos humanos, sociais, econômicos, culturais e ambientais. **Na experiência recente, a justiça ambiental surgiu da criatividade estratégica dos movimentos sociais, alterando a configuração de forças sociais envolvidas nas lutas ambientais e, em determinadas circunstâncias, produzindo mudanças no aparelho estatal e regulatório responsável pela proteção ambiental** (ACSELRAD, 2005, grifo nosso).

### **2.2.3 Da superposição de diplomas legais na delimitação da proteção das baixadas úmidas as quais originam olhos d'água em ambientes de restinga.**

A proposta aqui defendida referente a dupla subsunção de normas ambientais por superposição de diplomas legais a uma mesma situação ecológica decorre de um tipo de área úmida inserida em ambientes costeiros. Como já demonstrado no levantamento teórico a colmatação de paleolagoas pode originar nas regiões centrais das baixadas úmidas olhos d'água, os quais dependendo das descargas/afloramentos do lençol freático, produzem diferentes gradientes de lâminas d'água por meio dos pulsos de inundação, como se fossem memórias (assinaturas) hidrológicas de sistemas paludiais quaternários. A proximidade com o lençol freático, bem como as oscilações da lâmina de água nestes hidroperíodos podem condicionar

ou provocar estabilidade clímax na fitofisionomia herbácea/subarbustiva, o que provoca no campo jurídico ambiental uma dupla proteção, ora por institutos jurídicos positivados na forma de área de preservação permanente, ora pela vedação de supressão de vegetação de restinga herbácea/subarbustiva, associada ao Bioma Mata Atlântica, sempre considerada como vegetação primária. Neste sentido colhe-se o entendimento de Binfaré (2016):

Observa-se que para a restinga herbácea/subarbustiva, no entanto, não foram definidos estágios sucessionais secundários pela Norma, dada a dificuldade de determinação desses para essa vegetação, que se encontra em áreas de rápida e constante modificação (morfodinamismo intenso) (CONAMA, 1999). **Para fins de aplicação legal, portanto, entende-se que a restinga herbácea/subarbustiva deve ser tratada como primária**, salvo nas áreas que se enquadrem nos casos previstos no §1º do art. 1º do Decreto n. 6.660/2008 (BINFARÉ, 2016, grifo nosso).

O Estado de Santa Catarina do ponto de vista fitogeográfico encontra-se caracterizado, na totalidade de seu território, nos domínios da Mata Atlântica (KLEIN, 1978). Em função disto a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, por força de sua especialidade normativa deve sempre estar presente nas interpretações e conseqüentes aplicações das determinadas situações fáticas ambientais, que ocorrem dentro dos limites territoriais do Estado de Santa Catarina. As restingas são ecossistemas associados à Vegetação Pluvial Atlântica e, por conseguinte, a utilização e proteção dessas comunidades vegetais edáficas estão sob a égide da Lei da nº 11.428/2006:

**Art. 2º** Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, **as vegetações de restingas**, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (BRASIL, 2006, grifo nosso).

A referida superposição de normas proposta delimita a proteção da vegetação herbácea/subarbustiva de ocorrência em áreas úmidas em ambientes de restinga. Ou seja, para uma mesma situação ecológica peculiar, por meio do instituto jurídico das Áreas de Preservação Permanente referente olhos d'água, positivado no artigo art. 4º, inciso IV da Lei nº 12.651/2012, e, pela vedação da supressão da vegetação primária do Bioma Mata Atlântica presente no art. 30 da Lei nº 11.428/2006. A Lei nº 12.651/2012 define no artigo 3º, incisos II, XVI, XVIII e XXV os conceitos legais para área de preservação permanente, restinga, olho d'água e áreas úmidas, respectivamente:

**Art. 3º** Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

**II - Área de Preservação Permanente - APP:** área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

**XVI - restinga:** depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado;

**XVIII - olho d'água:** afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

**XXV - áreas úmidas:** pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação; (BRASIL, 2012).

O artigo 4º, inciso IV, da Lei nº12.651/2012 positiva como área de preservação permanente um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros no entorno das nascentes e dos olhos d'água, em qualquer que seja a situação topográfica:

**Art. 4º** Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

**IV** - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (BRASIL, 2012).

O julgamento realizado em 28.02.2018 pelo Supremo Tribunal Federal (STF) da Ação Direta de Inconstitucionalidade – ADI nº 4903 ampliou o espectro hermenêutico do inciso IV, do artigo 4º, da Lei nº 12.651/2012, entendendo que o entorno das nascentes e dos olhos d'água intermitentes devem ser caracterizados como áreas de preservação permanente. Em boa hora positivou-se este entendimento de eficácia vinculante a Suprema Corte Brasileira, já que os ambientes arenosos de restingas, em ocasião dos períodos de severa estiagem, podem testemunhar a intermitência dos afloramentos das águas subterrâneas nas baixadas úmidas aqui estudadas.

Em 28.02.2018 o Supremo Tribunal Federal (STF) no julgamento da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 4903 fixou interpretação conforme a Constituição para declarar que “os entornos das nascentes e dos olhos d'água intermitentes configuram área de preservação ambiental (BRASIL, 2018), resolvendo a referida lacuna. A decisão do STF tem eficácia imediata e vinculante (DE SOUZA et al., 2019).

A delimitação das faixas de APP referentes a olhos d'água em áreas de restinga originados a partir de colmatação/sedimentação de paleolagoas caracterizadas como baixadas úmidas, cuja vegetação herbácea/subarbustiva encontra-se em clímax edáfico, requer uma série de observações e procedimentos metodológicos multidisciplinares. Em função disto, é necessário um aprimoramento das ferramentas interpretativas das normas ambientais, as quais devem buscar a interface ciência e direito para correta subsunção normativa frente aos aspectos técnicos/científicos observados nestes peculiares ecossistemas. No caso específico das baixadas úmidas em áreas planas de baixa altimetria, com pequenas diferenças no microrrelevo, as superfícies de expansão das áreas alagadas a partir da descarga dos afloramentos do lençol freático, bem como do acúmulo de água oriundo das precipitações, podem variar de acordo com

uma série de condicionantes. Estas variáveis e condicionantes podem ser climáticas, como a pluviosidade, a qual influencia diretamente na recarga dos aquíferos. O conjunto hidrogeológico relacionado à área de contribuição de recarga do aquífero também é elemento fundamental na análise do comportamento sazonal, perene ou intermitente dos afloramentos das águas subterrâneas – olhos d'água – originados a partir da sedimentação/colmatação de baixadas úmidas nos ambientes de restingas, cuja a fitofisionomia da vegetação caracteriza-se como herbácea/subarbustiva. Em certas áreas de baixadas úmidas podem existir indicadores dos limites das áreas de preservação permanente correlacionados a determinadas associações de espécies vegetais herbáceas/subarbustivas indicadoras de áreas úmidas. A identificação destas espécies de restinga típicas de baixadas úmidas, correlacionada aos aspectos ecológicos referente as associações características destas espécies indicadoras presentes no estrato herbáceo/subarbustivo, seguramente proporcionará uma melhor compreensão dos limites das APPs de olhos d'água, cuja as águas subterrâneas ao aflorarem, pela proximidade da superfície, bem como na manutenção dos solos hidromórficos, proporcionam as condições para o desenvolvimento da vegetação em ecossistemas úmidos.

Em função do objetivo principal, bem como, o espírito da norma, positivada no artigo 4º, inciso IV, da Lei nº 12.651/2012, ser, justamente, a proteção da vegetação no entorno destes afloramentos de águas subterrâneas, torna-se necessário desenvolver metodologias de análise com ênfase nos aspectos vegetacionais destes ecossistemas. Nesse mesmo diapasão científico/jurídico é possível observar uma superposição de diplomas legais, os quais tutelam a proteção da fitofisionomia herbácea/subarbustiva nos ecossistemas de restinga. Senão, vejamos: A Lei da Mata Atlântica – Lei nº 11.428/2006 em seu artigo 30 veda a supressão de vegetação primária, ora, a vegetação de restinga herbácea/subarbustiva típica de baixadas úmidas, ecossistema associado a Mata Atlântica, ocorre, nos ambientes aqui estudados, como formação primária, ou seja, a fitofisionomia herbácea/subarbustiva em função das variáveis já comentadas, será encontrada em clímax edáfico:

**Art. 30.** É vedada a supressão de vegetação primária do Bioma Mata Atlântica, para fins de loteamento ou edificação, nas regiões metropolitanas e áreas urbanas consideradas como tal em lei específica, aplicando-se à supressão da vegetação secundária em estágio avançado de regeneração as seguintes restrições. (BRASIL, 2012).

Em condições de preservação pouco perturbadas, esta fitofisionomia pode permanecer inalterada por tempo histórico razoável, inclusive por várias dezenas de anos. Portanto, é possível que em uma única situação fática, tecnicamente identificada, ocorra uma dupla proteção da vegetação herbácea/subarbustiva típica de áreas úmidas em restingas por força da

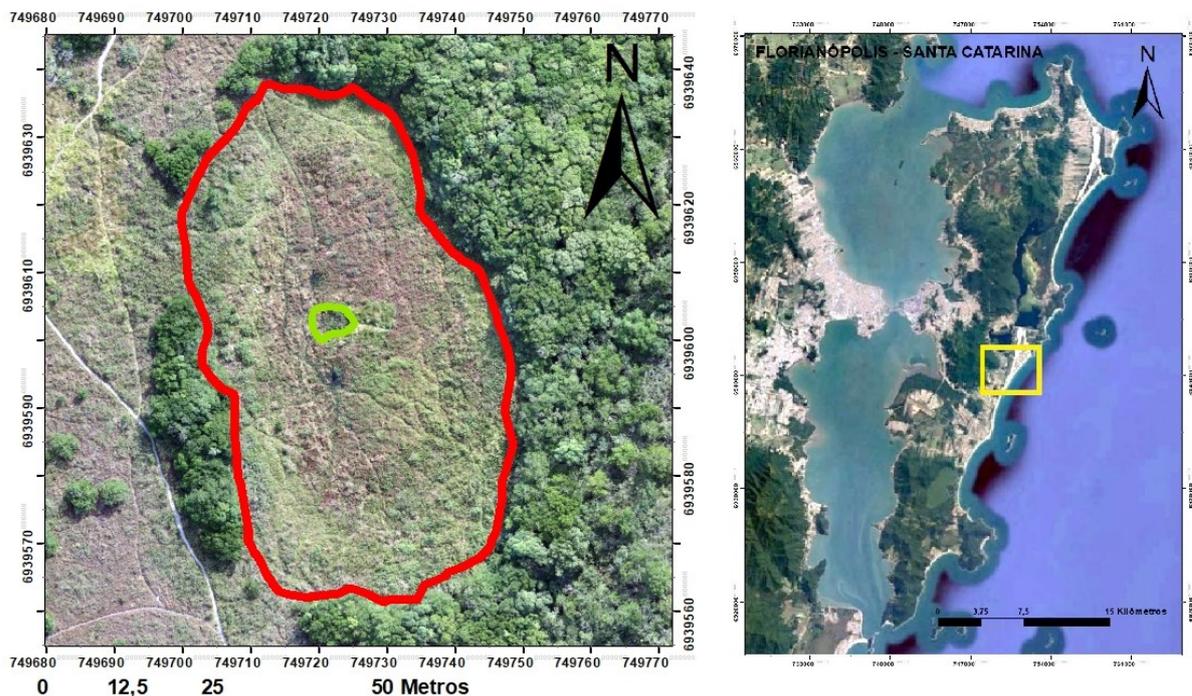
superposição dos diplomas legais referidos, ou seja, a proteção se dará por meio do instituto referente às áreas de preservação permanente - Lei nº 12.651/2012, bem como, como por meio da proteção especial positivada na Lei nº 11.428/2006.

No âmbito das tutelas processuais coletivas, as quais buscam através da apreciação do Poder Judiciário garantir direitos e interesses difusos, em especial, um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações, a Perícia Judicial Ambiental, configura-se como etapa processual de relevada importância para a produção de provas em Ações Cíveis Públicas. No caso da determinação dos limites da área de preservação permanente de 50m (cinquenta metros) para olhos d'água em ambientes de restinga originados a partir da sedimentação/colmatação de baixadas úmidas, desenvolveu-se neste trabalho ferramentas periciais para suprir lacunas técnicas e regulatórias, fazendo assim, por conseguinte a correta interface ciência e direito, o que poderá garantir segurança jurídica para os envolvidos nas demandas, bem como a manutenção ecologicamente equilibrada desses ecossistemas especialmente protegidos.

### 3 DA LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto de estudo localiza-se no Bairro Rio Tavares, Município de Florianópolis Estado de Santa Catarina. A baixada úmida estudada encontra-se inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tavares, a qual apresenta uma área de aproximadamente 50,4 Km<sup>2</sup> correspondendo a 11% da área da Ilha de Santa Catarina (DE SOUZA, 2015). Se caracteriza como um ambiente de restinga, cuja a fitofisionomia da vegetação é predominantemente herbácea/subarbustiva. Esta baixada úmida é resultado da colmatação de uma paleolagoa, a qual por meio de sedimentação restringiu na parte central afloramentos do lençol freático na forma de 3(três) olhos d'água, nos quais as descargas/afloramentos são perenes e constantes, podendo secar em situações de estiagem severa. A coordenada geográfica UTM 749721 – 6939603 refere-se à posição do olho d'água central presente no local de estudo. A figura 4 apresenta o mapa de localização da área estudada.

Figura 4 - Indicação da Área de Estudo - Produto gráfico georreferenciado em SIRGAS 2000, projeção UTM 22S.



#### ÁREA OBJETO DE ESTUDO - OLHOS D'ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS - RESTINGA

Olho d'água - Central - UTM 749721 - 6939603

Nível máximo de descarga e afloramento - Área 2.174,53 m<sup>2</sup>

Fonte: Voo de Drone em 12.06.2019 e Google Earth-Pro.

A escolha da área de estudo deste trabalho dissertativo se deu, além do objeto em si baixada úmida em ambiente de restinga, em função de uma ação coletiva, informal, de um grupo de moradores das proximidades, que se organizou na forma de movimento social de

bairro para defesa de uma área de restinga ameaçada de ser suprimida, para posterior loteamento, na qual a paleolagoa encontra-se inserida (figura 5). O autor deste trabalho dissertativo ajudou a comunidade elaborando um parecer, cuja a fonte didático/normativa e científica foram os resultados parciais da presente dissertação. Este parecer foi encaminhado para Ministério Público Estadual o qual promoveu a **Ação Civil Pública nº 5011919-22.2019.8.24.0023/SC**, cujos os demandados são a Fundação Municipal do Meio Ambiente e o Município de Florianópolis. O objetivo da Ação Civil Pública possui semelhança técnica, ainda que aproximada, com o proposto na presente dissertação, ou seja *“a identificação, **delimitação e caracterização jurídica e técnica** de uma área que deve ser considerada de preservação permanente, situada ao final da Servidão Quadros, Manoel Isidoro Augusto e Isidoro Garcês e Canarinho, no bairro Rio Tavares, nesta Capital”*.

Figura 5 - Movimento social de moradores das proximidades em defesa da área objeto de estudo em 16 de abril de 2019.



Fonte: arquivo fotográfico do autor.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

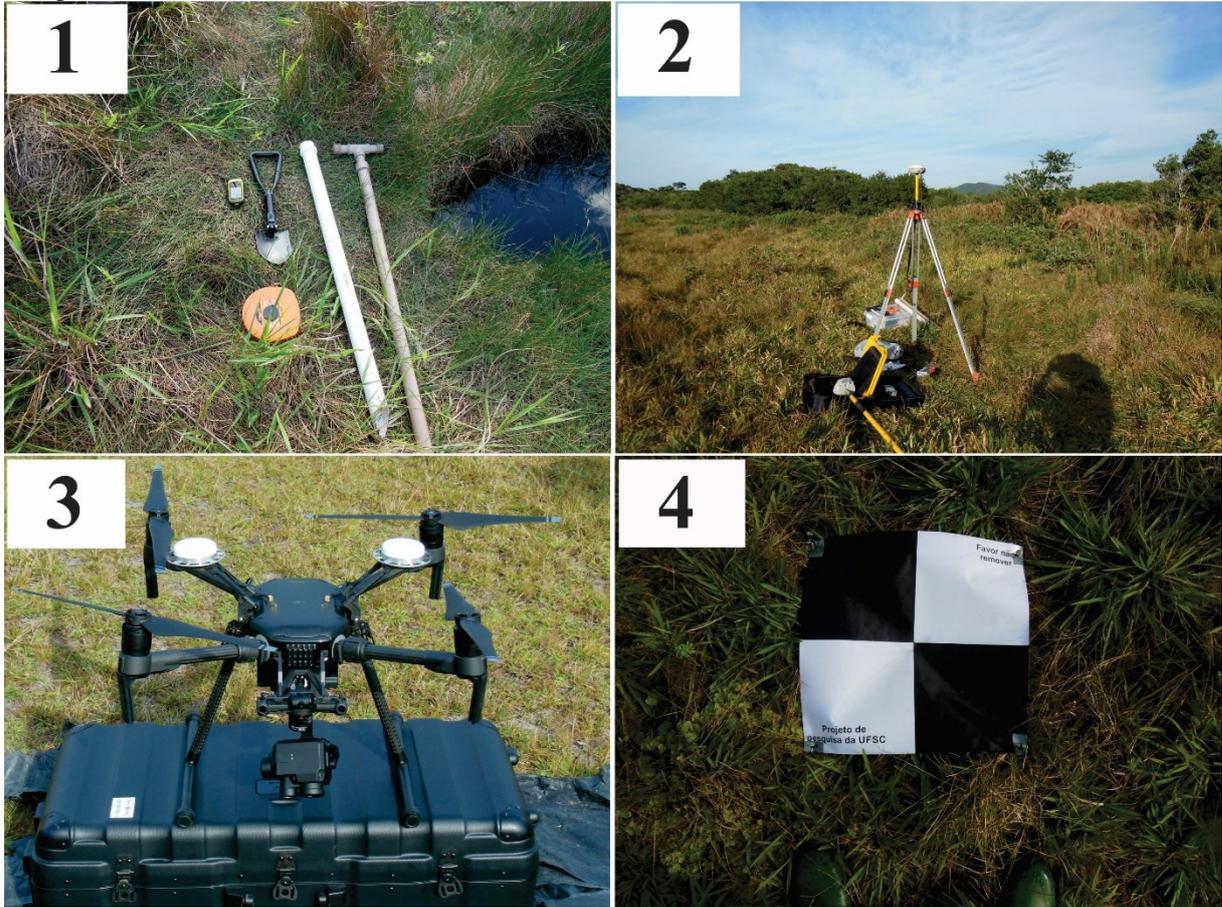
A construção metodológica para caracterização da hidrologia e da fitofisionomia do local estudado iniciou pela escolha da área em vistoria realizada em 25 de novembro de 2018. Neste dia realizou-se registros fotográficos de toda a extensão da baixada úmida, bem como registrou-se o entorno, em especial, sobre a duna longitudinal fixa – pleistocênica – adjacente a leste da baixada úmida estudada.

Para delimitação e caracterização do local de estudo foram observados os seguintes critérios: 1 – caracterização hidrológica; 2 – Topografia; 3 – Geoprocessamento de imagens aéreas (histórico de imagens antigas, recentes, e voo de drone); 4 – análise da presença de solos com sinais de hidromorfismo; 5 – vegetação adaptada aos ambientes úmidos (espécies indicadoras).

Na elaboração do estudo foram empregados os seguintes equipamentos (figura 6):

- 1 – Máquina fotográfica - NIKON COOPIX S9300;
- 2 – GPS – GARMIN - ETREX 10;
- 3 – Pá retrátil de campo;
- 4 – Bomba de vácuo de PVC com 1m de comprimento, utilizada para perfurações visando averiguação de nível do lençol freático, coleta de amostras para granulometria e determinação do teor de matéria orgânica;
- 5 – Sacos plásticos para armazenamento dos sedimentos;
- 6 – Trena manual – 30m;
- 7 – Aparelho topográfico receptor GNSS – RTK;
- 8 – Drone DJI Matrice 210 RTK, com câmera Zenmuse XT2 19mm;
- 9 – Marcos de lona com dimensões de 50x50cm;
- 10 – Cavadeira manual (tatu);
- 11 – Drone Phantom 4 Advanced.

Figura 6 - Fotografia 1 – Equipamentos: Pá retrátil, GPS - GARMIN - ETREX 10, Trena Manual – 30m, Bomba de vácuo de PVC com 1m de comprimento – registro junto ao olho d’água Sul; Fotografia 2 - Aparelho topográfico receptor GNSS – RTK; Fotografia 3 - Drone DJI Matrice 210 RTK, com câmera Zenmuse XT2 19mm FLIR; Fotografia 4 - marco de lona com dimensões de 50x50cm.



Fonte: Registro fotográfico realizado pelo mestrando durante as atividades de campo.

Para o trabalho em escritório foram utilizados uma série de materiais didáticos os quais caracterizam-se em artigos, livros e dissertações. Estes foram selecionados de acordo com as temáticas pertinentes para o objeto de estudo deste trabalho dissertativo. Posteriormente esses materiais didáticos foram lidos, fichados e deles extraídos as citações presentes no texto.

Também em escritório utilizou-se mapas, imagens aéreas, softwares de geoprocessamento, softwares para desenhos e softwares para tratamento fotográfico: 1 – Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI, 2014); 2 – Imagens aéreas históricas de levantamentos aerofotogramétricos dos anos de 1938, 1957 e 1978 cuja fonte é o Setor de Cartografia da Secretaria do Planejamento do Estado de Santa Catarina; 3 – Imagens aéreas históricas de levantamentos aerofotogramétricos dos anos de 1994, 2000, 2002, 2007 cuja fonte é o Geoprocessamento Corporativo do Município de Florianópolis – IPUF; 4 – Imagem aérea do levantamento aerofotogramétrico do ano de 2010 realizado pela Secretaria do Desenvolvimento Sustentável – SDS do Estado de Santa Catarina; 5 – Softwares de Geoprocessamento: QGIS 2.18, AutoCAD e ArcGIS; 6 – Vetorização Georreferenciada de

Altimetria cuja fonte do arquivo digital provêm do Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis – IPUF; 7 – Softwares para tratamento de imagens JPEG e Fotografias, e para produção de desenhos digitais CorelDRAW e Paint; 8 – Imagens aéreas produzidas pelo voo de drone em 12 de junho de 2019; 9 – Caderneta de anotações – utilizada tanto em campo como no escritório; 10 – Software Excel para produção de gráficos e tabelas.

#### 4.1 DA CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

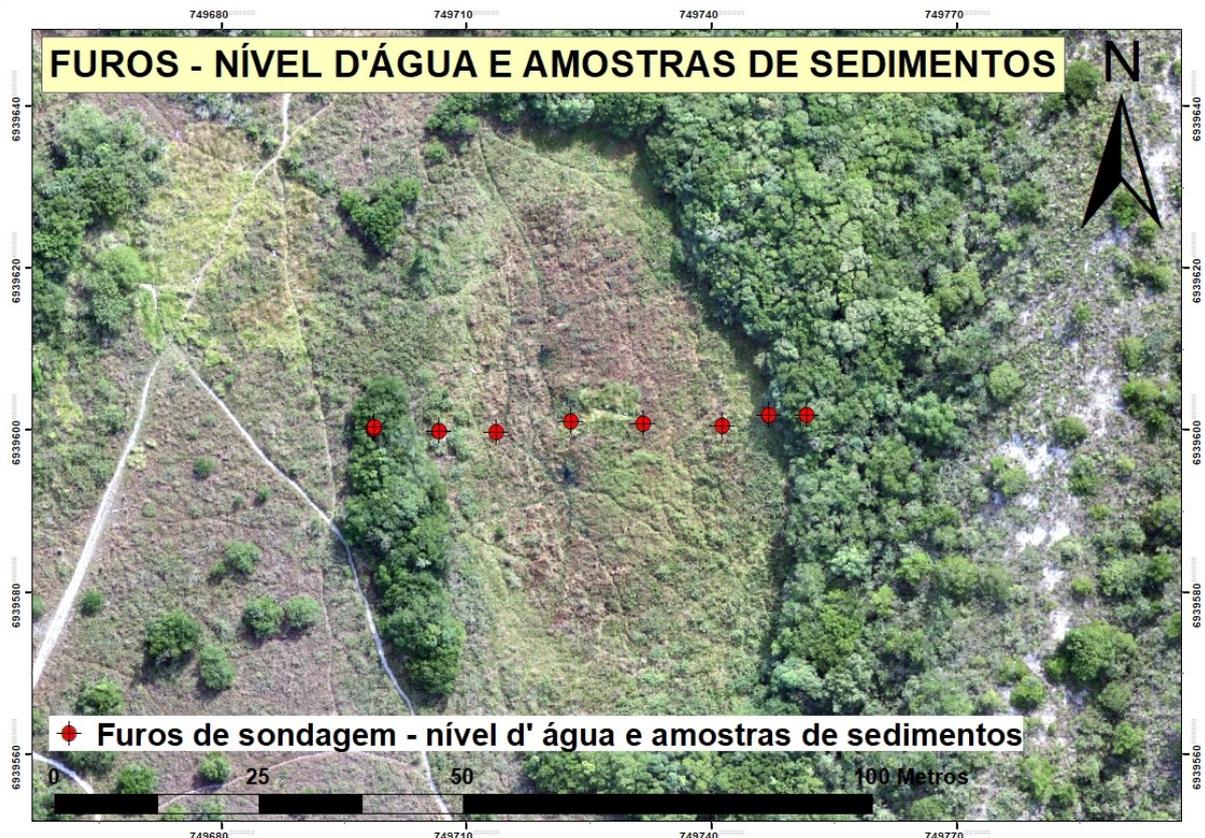
Para a caracterização hidrológica foram realizadas vistorias em campo, monitoramento da precipitação, registros fotográficos, adaptação do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI, 2014), identificação da Bacia Hidrográfica na qual a área objeto de estudo está inserida, topografia, furos de sondagem para medição do nível d'água do lençol freático, análise da precipitação/pluviosidade por meio dos registros do pluviômetro da CASAN localizado na Estação de Tratamento da Lagoa do Peri, geoprocessamento dos dados da topografia realizada, bem como os resultados do processamento dos dados e das imagens aéreas produzidas pelo voo de drone.

No dia 25 de junho de 2019, último dia da estiagem de 21 dias, foi realizada a caracterização da topografia de toda a área da baixada úmida, assim como a determinação do o nível do lençol freático em transecto acompanhando o diâmetro/raio - leste/oeste, a partir olho d'água central. Aproveitou-se os furos de sondagem, realizados para aferimento do nível da água no lençol freático, para a coleta de amostras de solo para granulometria e medição do teor de matéria orgânica.

Para aferição do nível do lençol freático e coleta das amostras de sedimentos foram feitos 4 furos de sondagem de 10 em 10 metros (medidos com trena manual) em direção à borda leste da baixada úmida (transição com a restinga seca) a partir do olho d'água central até a transição com a restinga seca (duna pleistocênica). Em cada furo de sondagem foi coletado ponto (coordenada geográfica – UTM) com o aparelho topográfico receptor GNSS – RTK, para melhor aferimento das distâncias e localização dos furos de sondagem na área objeto de estudo. Os dados foram processados com a utilização dos softwares QGIS e ArcGIS e as distâncias medidas com a trena em intervalos de 10m entre os 4 furos a leste foram corrigidas em função das medições com RTK (figura 7). No sentido oeste ao olho d'água central foram feitos 3 furos: a 10m, a 14m, a 22m este último já na restinga seca (dentro de uma formação arbustiva limítrofe a área úmida). Estas distâncias também foram corrigidas a partir do processamento dos pontos coletados pelo RTK (figura 7). Ao realizar os furos de sondagem o nível do lençol freático

(nível d'água) era medido (com a trena manual e com o aparelho RTK) assim que o fluxo d'água estabilizava no respectivo furo.

Figura 7 - Localização dos Furos de Sondagem - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S, ilustrando a posição dos furos de sondagem.



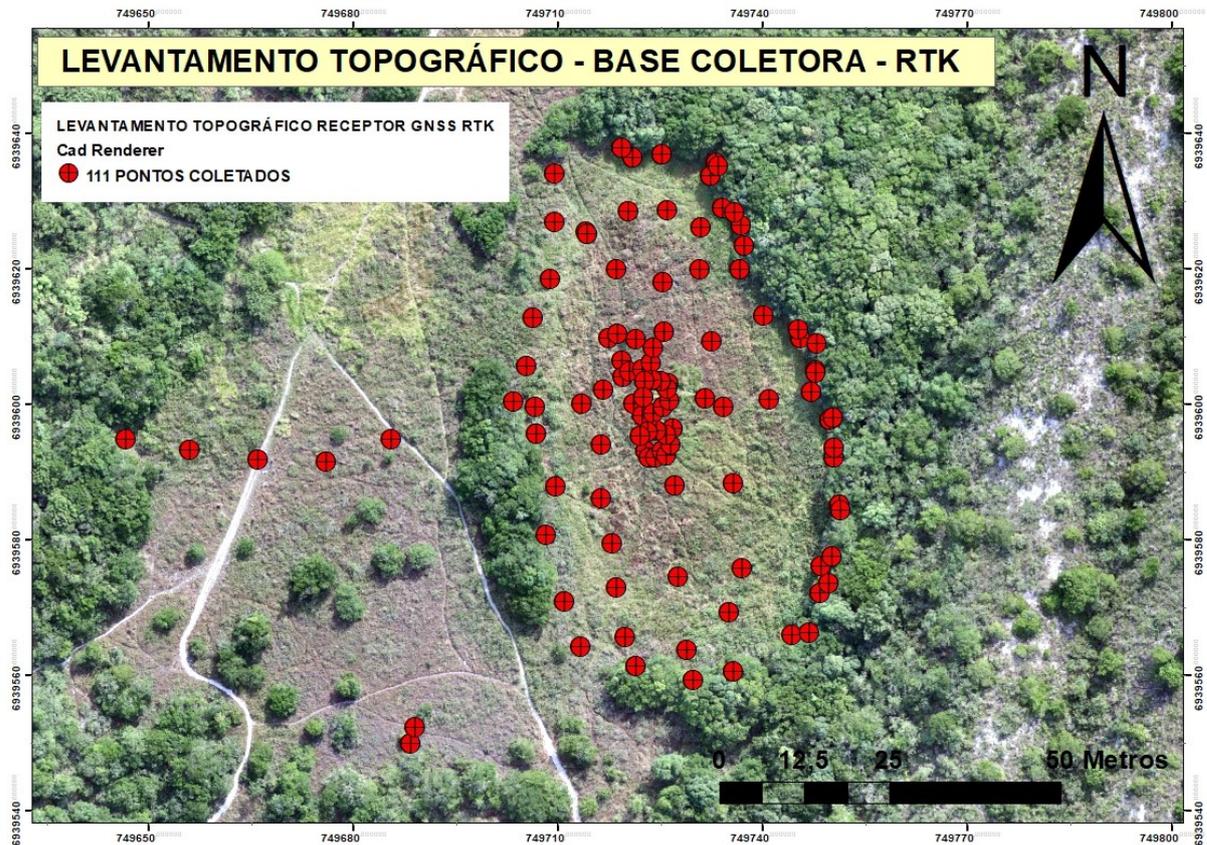
Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone, e, vetorização dos pontos referentes aos furos de sondagem.

#### 4.2 DA TOPOGRAFIA

Para o levantamento topográfico da área foi utilizado aparelho topográfico receptor GNSS – RTK o qual coletou 111 pontos de coordenadas geográficas na área objeto de estudo e parte do entorno (figura 8). Por meio do Global Position System – GPS a determinação da posição de um ponto em um sistema cartesiano tridimensional geocêntrico XYZ é convertida por meio de um programa interno do GPS e do programa de processamento; os dados são apresentados em sistemas de coordenadas geodésicas e UTM. O processamento dos dados coletados pelo aparelho topográfico RTK foi feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, que disponibilizou os dados de correção via protocolo de Internet conhecido por *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP), em formato definido pelo *Radio Technical Committee for Maritime Service* (RTCM). Após o processamento dos dados da topografia pelo software MAPGEO 2015 - IBGE os pontos coletados foram vetorizados na imagem raster ortomosaico produzida pelo voo de drone. Utilizando os softwares QGIS e

ArcGIS foi produzido o Modelo Digital de Terreno - MDT e o perfil planialtimétrico da área objeto de estudo.

Figura 8 - Localização dos pontos utilizados para o levantamento topográfico - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S ilustrando os pontos coletados durante o levantamento topográfico realizado por meio do Receptor GNSS – RTK.



Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone, e, vetorização dos 111 pontos coletados para aferição da topografia da área objeto de estudo.

#### 4.3 DO GEOPROCESSAMENTO DE IMAGENS AÉREAS

No geoprocessamento das imagens aéreas, antigas, recentes e ortomosaicos, foram utilizados os dados referentes ao levantamento topográfico, ao voo de drone (realizado no dia 12 de junho de 2019), e como base a aerofoto/ortorretificada do levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina de 2010/2012 SDS.

O geoprocessamento dos dados coletados com o drone empregou os marcos implantados ao longo da área de estudo. Estes marcos são feitos de lona com dimensões de 50x50cm de forma que sejam identificados durante o levantamento e identificados nas imagens. Foram coletadas as coordenadas destes marcos com o uso do equipamento GeoMax Zenith 25 que utiliza o método RTK/GNSS. Estas coordenadas foram pós processadas planimetricamente utilizando como referência a Estação Geodésica da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

localizada na BU/UFSC, e, altimetricamente se fez a correção utilizando o modelo de Ondulação Geoidal através do software MAPGEO 2015 disponibilizado pelo IBGE.

Para verificação da precisão do modelo foram utilizados 11 pontos de verificação, com a possibilidade de retirar um ponto que fuja da tendência, conforme determina a norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados espaciais (ET-CQDG) do Exército Brasileiro. Para tanto foram identificados os pontos de verificação no modelo já referenciado utilizando software ArcMap 10.5, assim obtendo as coordenadas planimétricas e altimétricas e comparando-as com as coordenadas obtidas no levantamento topográfico. Destes pontos foi retirado o ponto “V7” devido a um erro altimétrico fora da tendência. Após esse procedimento, realizou-se os cálculos dos Erros Quadráticos Médio (RMSE) planimétricos e altimétricos que representam os erros dos modelos.

O geoprocessamento e o georreferenciamento das imagens aéreas antigas e históricas foi feito de forma regressiva, tendo por base os dados colhidos na topografia, bem como o resultado do processamento e georreferenciamento dos dados coletados pelo voo de drone. A partir dos pontos colhidos procedeu-se o georreferenciamento das imagens aéreas mais recentes para as mais antigas, este procedimento corrige distorções, alinha as escalas, garantindo assim acurácia e precisão. Ou seja, o caminho do georreferenciamento obedeceu a seguinte ordem de geoprocessamento: **2019 → 2010 → 2007 → 2002 → 2000 → 1994 → 1978 → 1957 → 1938.**

#### 4.4 DA ANÁLISE DO SOLO

Para análise da presença de solos com sinais de hidromorfismo foram coletadas amostras de solo utilizando os mesmos furos para averiguação do nível d’água do lençol freático. Foram coletadas 15 amostras, as quais foram devidamente numeradas e identificadas por meio de coordenadas geográficas e do nível d’água aferido (figura 9). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Estudos do Mar - NEMAR para análise granulométrica, bem como para averiguação do teor de matéria orgânica. As amostras receberam tratamento prévio, sendo lavadas para a retirada de sais solúveis, secas em estufa do tipo Fanem mod. 315SE, à temperatura inferior a 60°C, e quarteadas manualmente para se obter uma fração da amostra sem perder representatividade. Para a análise granulométrica foram utilizadas amostras com peso entre 10 e 60g (com maior peso para aquelas com sedimentos mais grosseiros). Para a pesagem utilizou-se uma balança analítica Shimadzu, mod. AUY 220, precisão de 0,0001g. Após a obtenção de uma fração representativa de cada amostra procedeu-se a separação do material por via úmida, utilizando-se uma peneira

com abertura de 0,062mm. As partículas grosseiras retornaram à estufa para secagem e posterior peneiramento em diferentes intervalos de tamanho utilizando-se o método de Wentworth, enquanto que as finas seguiram o método indireto da pipetagem, segundo Krumbein (SUGUIO 1973). Para a separação de areias e grãos mais grosseiros com diâmetro acima de 0,062mm, as amostras foram peneiradas por 10 minutos em agitador Produtest, em um jogo de peneiras Granutest com aberturas de 2,0 (grânulos), 1,0 (areia-muito-grossa), 0,50 (areia-grossa), 0,250 (areia-média), 0,125 (areia-fina) e 0,062 (areia-muito-fina), de diâmetro em milímetro (mm), conforme escala de Wentworth (1922). O material que passou pela peneira de 0,062mm, foi pesado e somado proporcionalmente às diversas classes de tamanhos de grãos dos sedimentos finos. A análise do material com diâmetro menor que 0,062mm, correspondente a silte e argila, foi feita através de método indireto, com a retirada de material com pipeta de 20cm<sup>3</sup>, de uma proveta de 1.000ml, contendo água e sedimento, obedecendo a lei de Stokes, de decantação de partículas em meio fluido. Através deste método foram separados os sedimentos finos nos seguintes intervalos de tamanhos: silte < 0,062; 0,0313; 0,0156; 0,0078; 0,0039 e argilas, entre os tamanhos < 0,0039 a 0,00049, de milímetro. As pipetagens foram realizadas em série, a uma temperatura ambiente de até 20°C. Após a separação dos sedimentos em diferentes classes de tamanho, foram preenchidas fichas granulométricas e calculadas suas percentagens parciais e acumuladas.

Figura 9 - Amostras de solo organizadas e entregues no Laboratório do Núcleo de Estudos do Mar – NEMAR.



Fonte: registro fotográfico realizado em 25.VI.2019.

A averiguação do teor de matéria orgânica das amostras utilizou os procedimentos metodológicos presentes na ABNT NBR 13600: queima em mufla na temperatura de 440° C.

#### 4.5 DA VEGETAÇÃO ADAPTADA AOS AMBIENTES ÚMIDOS

Para a caracterização e identificação da vegetação herbácea/subarbusciva adaptada aos ambientes das baixadas úmidas realizou-se uma série de vistorias acompanhadas de levantamento fotográfico. Estas vistorias se iniciaram em 25 de novembro de 2018, e, durante todo o ano de 2019 de forma regular a área foi visitada efetuando-se observações e registros fotográficos. Utilizou-se para apresentação e registro dos aspectos fitossociológicos do método caminhamento (FILGUEIRAS, 1994).

A identificação das espécies vegetais foi feita com base no conhecimento já adquirido pelo mestrando, e com auxílio dos Professores João de Deus Medeiros e Daniel de Barcellos Falkenberg para confirmação das identificações. Após a seleção das fotografias das espécies botânicas identificadas foram confeccionadas pranchas utilizando-se o software CorelDRAW.

#### 4.6 DAS VISTORIAS COMPLEMENTARES

Em função da prorrogação do prazo para conclusão dos trabalhos dissertativos, bem como de uma infeliz e desagradável situação de degradação ocorrida na área objeto de estudo, foram realizadas vistorias complementares de monitoramento do comportamento hidrológico, bem como das respostas ecológicas na fitofisionomia da vegetação.

No dia 10 de setembro de 2019 o Professor João de Deus Medeiros esteve na área e registrou uma situação de degradação nos olhos d'água, em especial nos olhos d'água central e sul. De imediato descobriu-se que a degradação se tratava de roçada, alargamento (escavação) dos olhos d'água e instalação de piquetes para amarrar cavalos, junto aos afloramentos, para dessedentação. Conversou-se com o jovem criador de equinos o qual compreendeu a situação e retirou o seu cavalo da área. Em função das alterações provocadas pelas perturbações outras vistorias foram realizadas na área até o final do ano de 2019 objetivando acompanhar a recuperação natural da área.

No dia 11 de dezembro de 2019 realizou-se uma saída de campo em ocasião da Disciplina Vegetação Litorânea do Sul do Brasil ministrada pelo Professor Daniel de Barcellos Falkenberg, o qual além de corrigir o mestrando quanto a pronúncia correta das espécies vegetais, apresentou suas considerações sobre o ecossistema estudado.

No dia 08 (oito) de fevereiro de 2020 após monitorar e registrar o acumulado de precipitação diárias nos meses de dezembro, janeiro e em especial dos dias 01 a 08 de fevereiro foi realizada vistoria para averiguar a situação hidrológica dos afloramentos dos olhos d'água, registrar as alterações na fitofisionomia e acompanhar o andamento da regeneração natural.

Na vistoria de 20 de abril de 2020 constatou-se que a estiagem severa registrada nos meses de março e abril, até então inédita, provocou a secagem total das águas superficiais dos olhos d'água, ou seja, o comportamento intermitente foi registrado pela primeira vez desde a data de 25 de novembro 2018 (data de início das pesquisas na área úmida). Em função disso, no dia 21 de abril de 2020 mestrando e orientador, vistoriaram o local de estudo fazendo os seguintes trabalhos: 1 – Furos de sondagem para averiguação no nível d'água nos 3(três) olhos d'água (norte, central e sul); 2 – Análise nas alterações da fitofisionomia da vegetação, em especial no aumento da vegetação espécies de restinga seca inserindo-se pela porção sul da área objeto de estudo; 3 – Identificação de espécies típicas de áreas úmidas até então não identificadas.

No dia 23 de abril de 2020 na companhia do Geólogo Esdras Coivo Villela e do Estudante de Engenharia Civil Mateus Coivo Villela realizou-se as seguintes atividades: 1 –

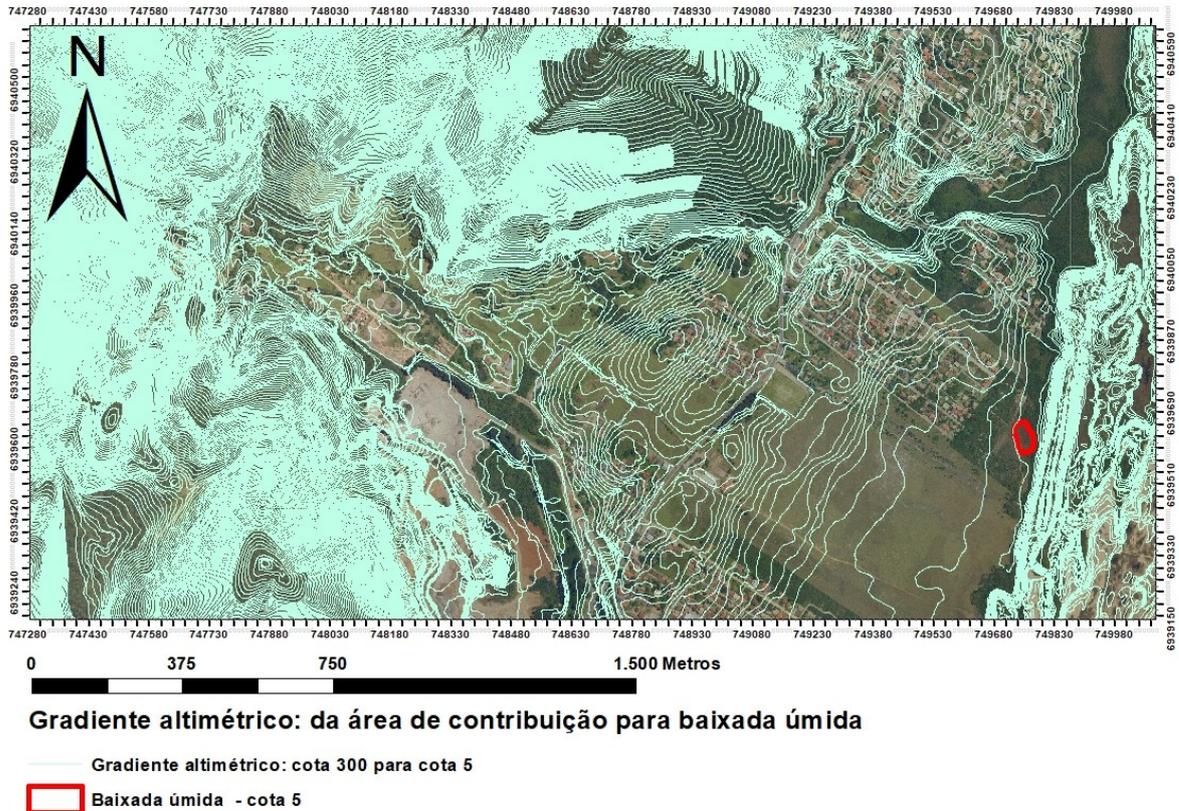
monitoramento nos furos de sondagem após 48h da abertura no dia 21 de abril de 2020; 2 – Voo de Drone para registro de imagens aéreas; 3 – discussão multidisciplinar em campo sobre o objeto de estudo.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 DOS RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

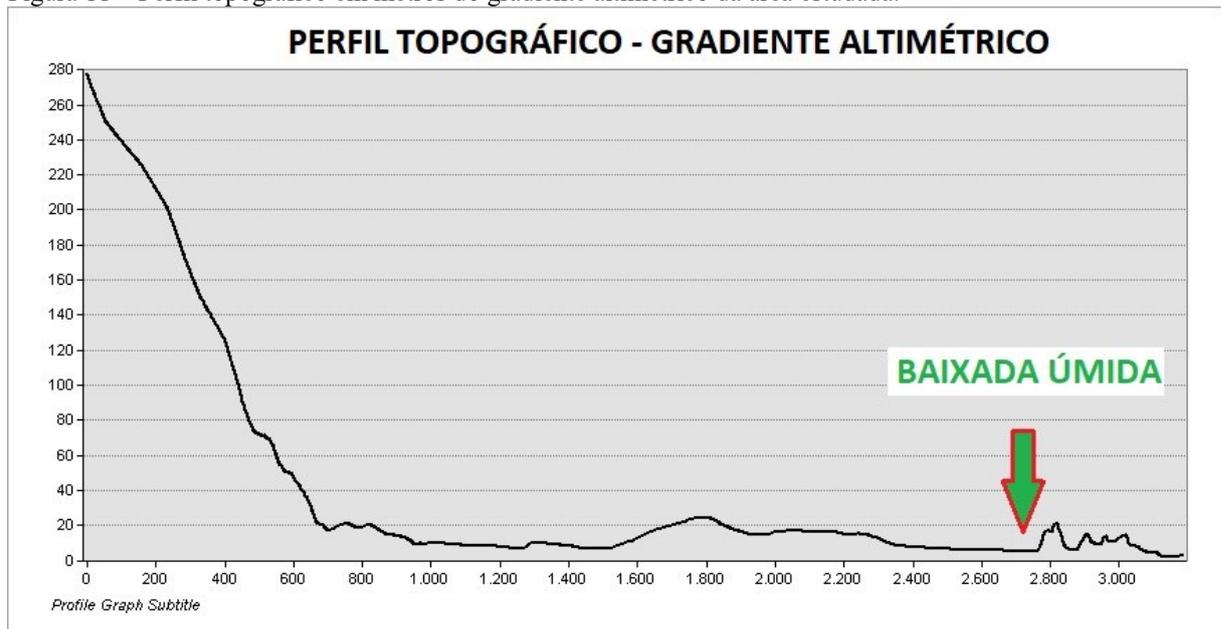
Os resultados da caracterização hidrológica, e a sua influência na delimitação das áreas de preservação permanente olho d'água originadas a partir da sedimentação/colmatação da baixada úmida em comento, envolveram análises do meio físico (geológico), das áreas de contribuição/infiltração das águas subterrâneas, dos gradientes altimétricos de todo o sistema hidrogeológico de contribuição, o monitoramento da pluviosidade/precipitação, as descargas/afloramentos em tempos de alta pluviosidade (seus reflexos nas dimensões das áreas de superfícies hídras), o monitoramento nos períodos de estiagem, e, por fim, a medição do nível d'água do lençol freático e sua relação com a topografia da área objeto de estudo. O caminho hidrológico das águas subterrâneas alinha-se com o traçado do gradiente altimétrico registrado no recorte da área de contribuição referente ao objeto de estudo. A figura 10 ilustra o gradiente altimétrico da cota 300m para cota 5m, o qual delimita a inclinação hidrogeológica correspondente ao caminho das águas subterrâneas até o afloramento por descarga por meio dos 3 olhos d'água presentes na baixada úmida em estudo. A figura 11 ilustra o perfil do gradiente altimétrico da área estudada.

Figura 10 – Gradiente altimétrico da área estudada. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, Zona 22S.



Fonte: Imagens raster do levantamento aerofotogramétrico do ano de 2010 realizado pela Secretaria do Desenvolvimento Sustentável – SDS do Estado de Santa Catarina; Vetorização da altimetria do Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis e medições topográficas realizadas pelo autor.

Figura 11 – Perfil topográfico em metros do gradiente altimétrico da área estudada.



Fonte: Autor.

A figura 12 revela o registro do alto da duna pleistocênica adjacente a leste da baixada úmida. Este registro complementa a visualização do gradiente altimétrico apresentado nas

figuras 10 e 11 referente a área de contribuição das águas subterrâneas nas altimetrias altas, intermediárias e baixas. A figura 12 também indica a posição dos 3 olhos d'água (norte, central e sul) nas regiões com as menores altimetrias registradas, ou seja, a região central da baixada úmida objeto de estudo. A referência altimétrica para as medições topográficas e hidrológicas foi a cota altimétrica referente ao olho d'água central, cuja altimetria corresponde à 5,013m. Nesta cota altimétrica os afloramentos das águas subterrâneas nos 3 olhos d'água (norte, central e sul) apresentaram perenidade ainda que em tempos de estiagem. Ou seja, o nível d'água medido referente ao lençol freático foi igual a 0 (zero) junto a superfície topográfica medida.

Figura 12 – Registro fotográfico referente a área de contribuição das águas subterrâneas – precipitação/infiltração.

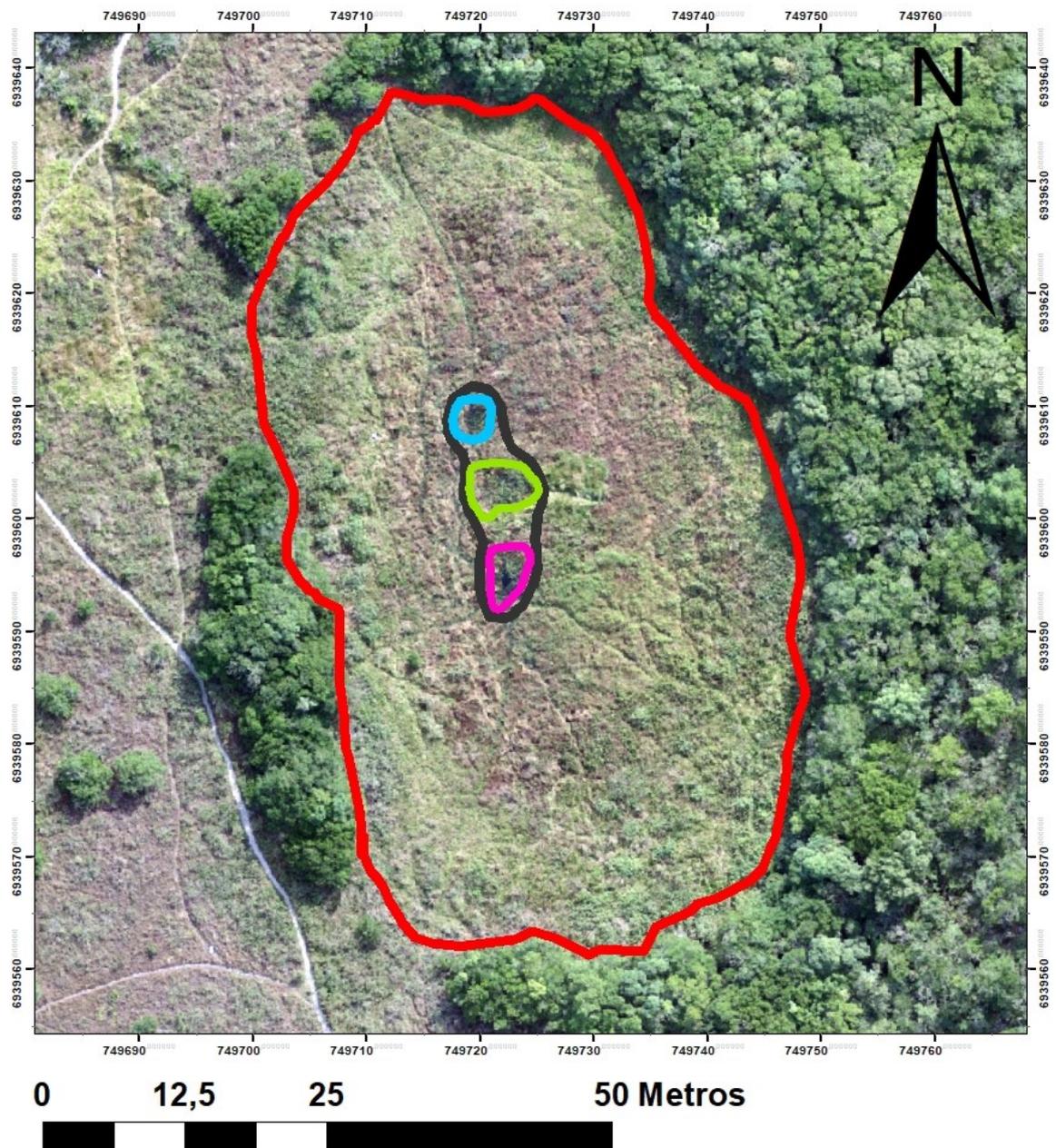


Fonte: acervo fotográfico do autor.

A figura 13 ilustra a baixada úmida, paleolagoa, objeto de estudo. Com base no levantamento topográfico, no monitoramento dos períodos de intensa precipitação, bem como nos períodos de estiagem, e, demais observações e procedimentos já comentados em ocasião da apresentação dos materiais e métodos, foi possível determinar de forma razoavelmente precisa os limites do espelho d'água original da paleolagoa, hoje baixada úmida, bem como a posição dos 3(três) olhos d'água originados a partir dos processos de sedimentação/colmatação da referida baixada. A figura 13 ilustra dois cenários observados: 1 - os limites do nível máximo

de descarga/afloramento, juntamente com a elevação do lençol freático até as bordas da baixada úmida com os limites da transição com as restingas secas (correspondente ao provável espelho d'água original da paleolagoa) durante os períodos de alta pluviosidade configurando uma área de 2.174,53m<sup>2</sup>; e, 2 – A delimitação dos 3 olhos d'água perenes (norte, central e sul) em nível mínimo de descarga afloramento nos períodos de estiagem configurando uma área de 102,39m<sup>2</sup>. As figuras 14, 15 e 16 delimitam os pormenores dos olhos d'água norte (figura 14), central (figura 15) e sul (figura 16), atestando a perenidade de descarga/afloramento nos períodos de estiagem, bem como as espécies vegetais indicadoras de baixadas úmidas em ambientes de restinga de ocorrência imediata nas proximidades dos afloramentos perenes.

Figura 13 - Representação da baixada úmida objeto de estudo, a posição dos olhos d'água (norte, central e sul) e as respectivas delimitações das superfícies hídricas em nível mínimo e máximo de descarga/afloramento das águas subterrâneas. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.

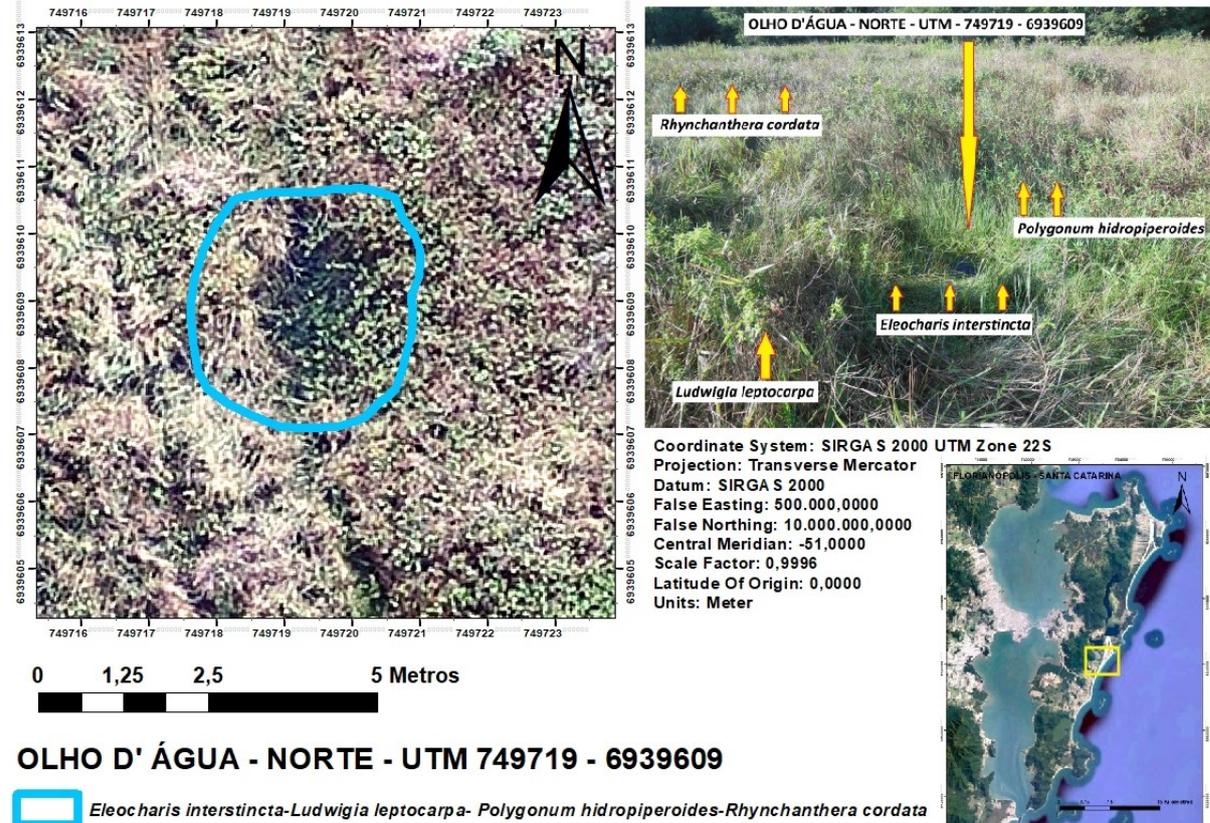


**ÁREA OBJETO DE ESTUDO - OLHOS D'ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS - RESTINGA**

- ▭ Olho d'água - Norte - UTM 749719 - 6939609
- ▭ Olho d' água - Sul - UTM - 749722 - 6939594
- ▭ Olho d'água - Central - UTM 749721 - 6939603
- Delimitação dos olhos d' água em nível mínimo de afloramento - Área 102,39m<sup>2</sup>
- Nível máximo de descarga e afloramento - Área 2.174,53 m<sup>2</sup>

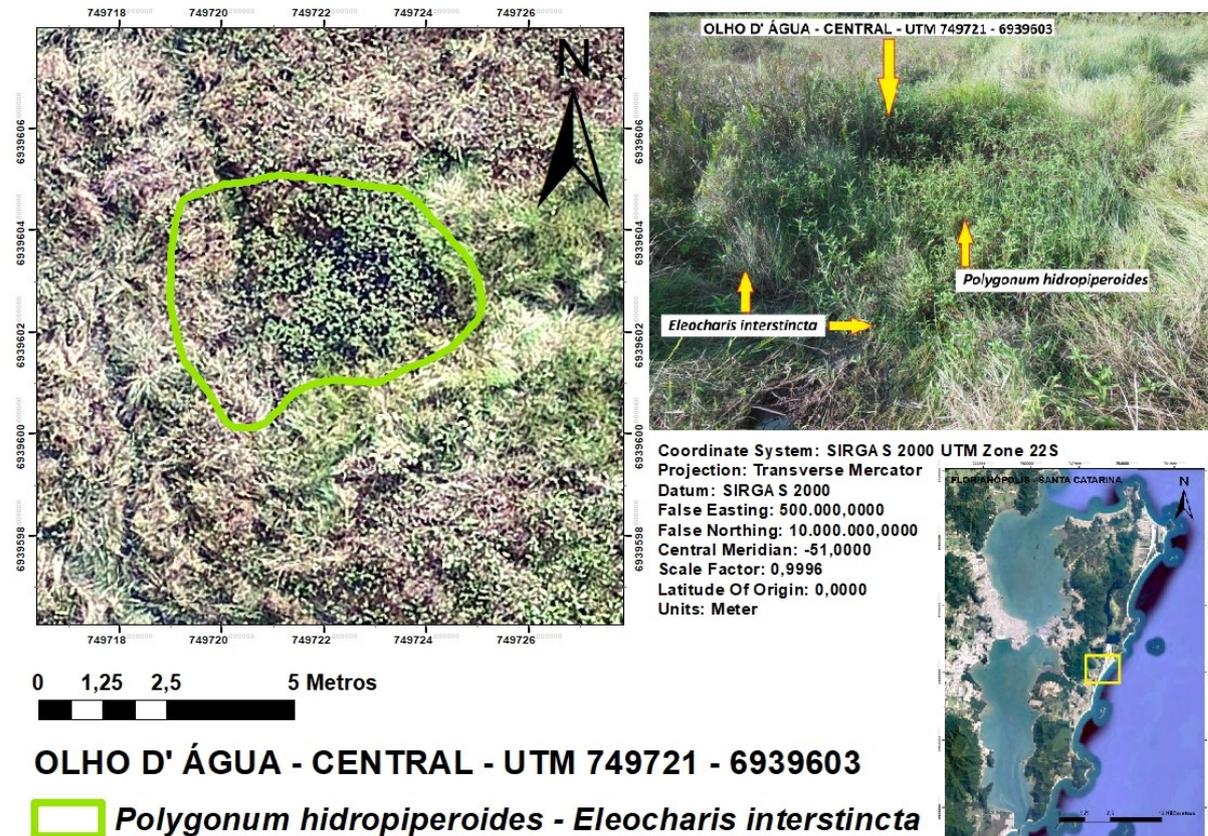
Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo pelo autor.

Figura 14 – Registro da perenidade do afloramento do olho d'água norte e das espécies vegetais encontradas adjacentes: *Eleocharis interstincta*, *Ludwigia leptocarpa*, *Polygonum hidropiperoides* e *Rhynchanthera cordata*.



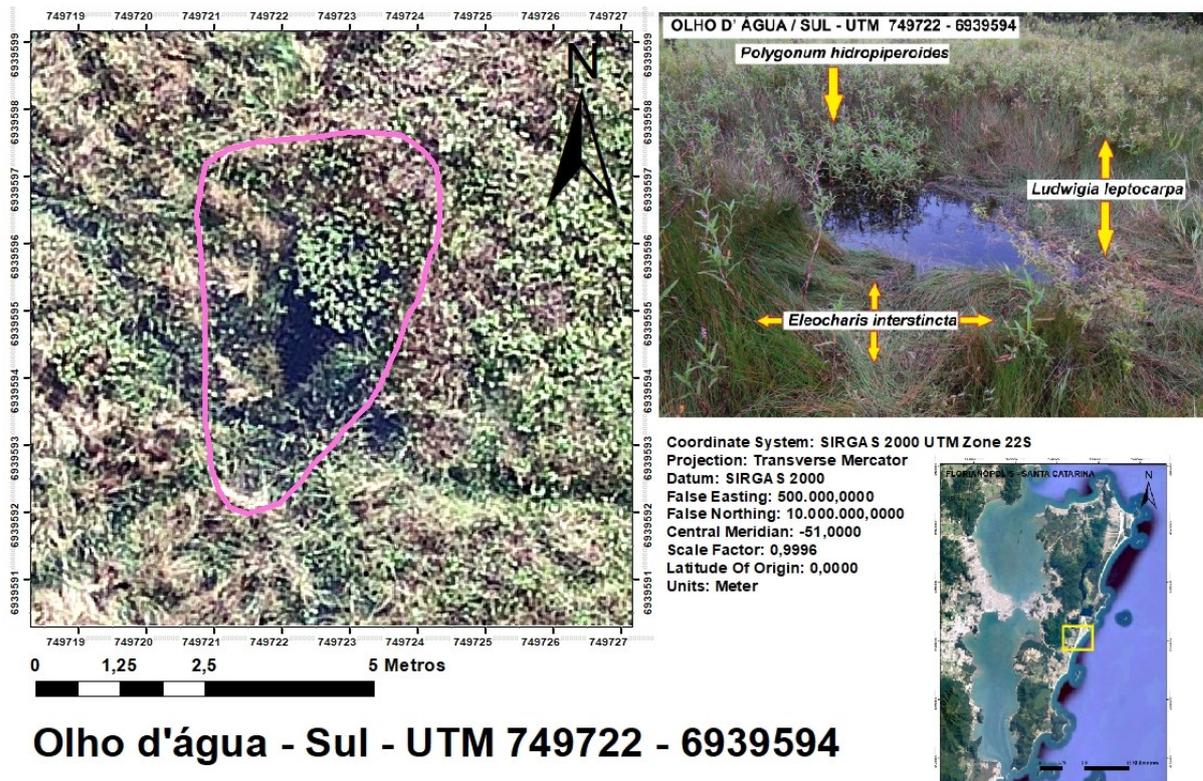
Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo; Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 15 - Registro da perenidade do afloramento do olho d'água central e das espécies vegetais encontradas adjacentes: *Eleocharis interstincta* e *Polygonum hidropiperoides*.



Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo; Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 16 - Registro da perenidade do afloramento do olho d'água sul e das espécies vegetais encontradas adjacentes: *Eleocharis interstincta*, *Polygonum hidropiperoides* e *Ludwigia leptocarpa*.



Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo; Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

As análises da precipitação diária no período de 10 de maio a 25 junho de 2019 registraram um acumulado de 325,4 mm. Entre os dias 30 de maio e 3 de junho o acumulado de chuvas foi de 193,6 mm. A partir do dia 4 de junho até o dia 25 de junho ocorreu um período de estiagem o qual registrou um acumulado de precipitação de 1,6 mm no pluviômetro de referência – CASAN – Estação de tratamento da Lagoa do Peri. A figura 17 apresenta o gráfico da precipitação diária registrada entre os dias 10 de maio e 25 de junho de 2019.

Figura 17 – Gráfico da precipitação diária registrada entre os dias 10 de maio e 25 de junho de 2019.



Fonte: Pluviômetro CASAN (2019)Lagoa do Peri modificado pelo autor.

A figura 18 apresenta registro fotográfico do olho d'água/sul com precipitação acumulada de 193,6 mm nas datas de 30.05.2019 e 04.06.2019, é possível constatar o aumento do nível d'água – elevação do lençol freático referente a descarga/afloramento das águas subterrâneas e acúmulo superficial em função das chuvas, e, comparativo fotográfico do olho d'água sul após da estiagem de 21 dias subsequentes com precipitação acumulada de 1,6 mm em 25.06.2019. No registro pós estiagem de 21 dias é possível constatar a perenidade do afloramento após o rebaixamento do lençol freático, ou seja, a descarga/afloramento se limita nos períodos de estiagem a região de entorno imediato aos olhos d'água estudados.

Figura 18 – Registro fotográfico olho d’água/sul: precipitação acumulada de 193,6 mm (30.05.2019 – 04.06.2019) e estiagem de 21 dias subsequentes com precipitação acumulada de 1,6 mm (04.06.2019 – 25.06.2019).

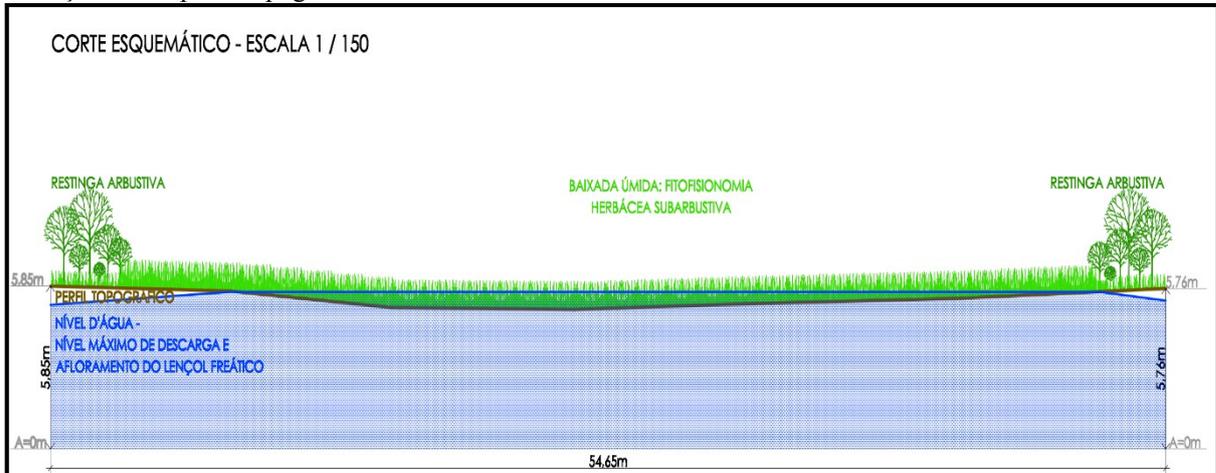


Fonte: Registro fotográfico autor.

As figuras 19 e 20 apresentam cortes esquemáticos ilustrando o nível d’água nos dois cenários registrados:

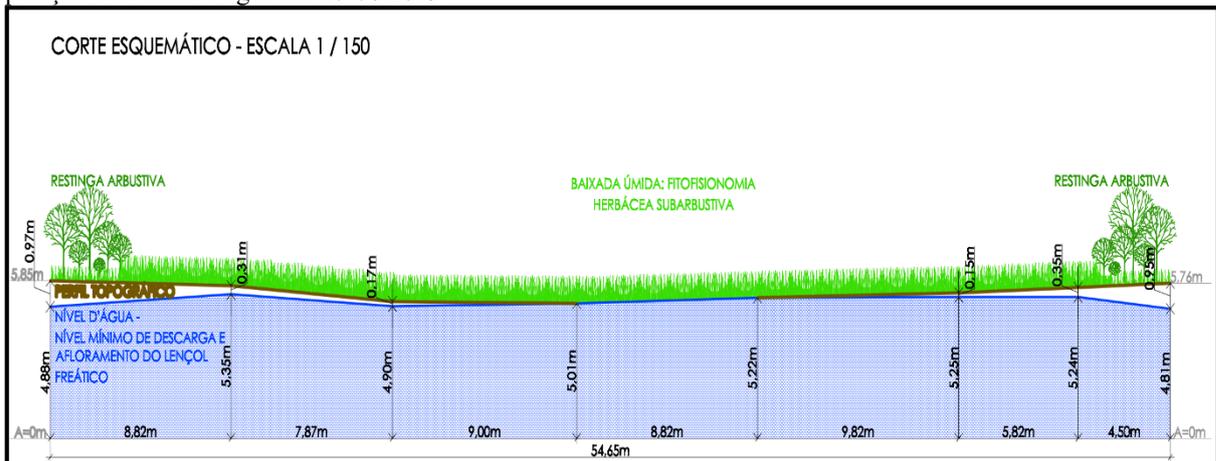
- 1- A figura 19 demonstra o nível d’água entre o período de precipitação acumulada de 193,6mm – nível máximo de descarga/afloramento do lençol freático somado ao acúmulo de águas superficiais e a relação com o perfil topográfico da baixada úmida estudada;
- 2- A figura 20 demonstra o nível d’água do lençol freático medido após o período de estiagem de 21 dias, a relação com perfil topográfico e a perenidade na descarga/afloramento na região central referente a posição dos olhos d’água.

Figura 19 - Corte esquemático demonstrando o nível d'água entre o período de precipitação acumulada de 193,6mm – nível máximo de descarga/afloramento do lençol freático somado ao acúmulo de águas superficiais e a relação com o perfil topográfico da baixada úmida estudada em 31.05.2019.



Fonte: autor.

Figura 20 – Corte esquemático demonstrando o nível d'água do lençol freático medido após o período de estiagem de 21 dias, a relação com perfil topográfico e a perenidade na descarga/afloramento na região central referente a posição dos olhos d'água em 25.06.2019.



Fonte: autor.

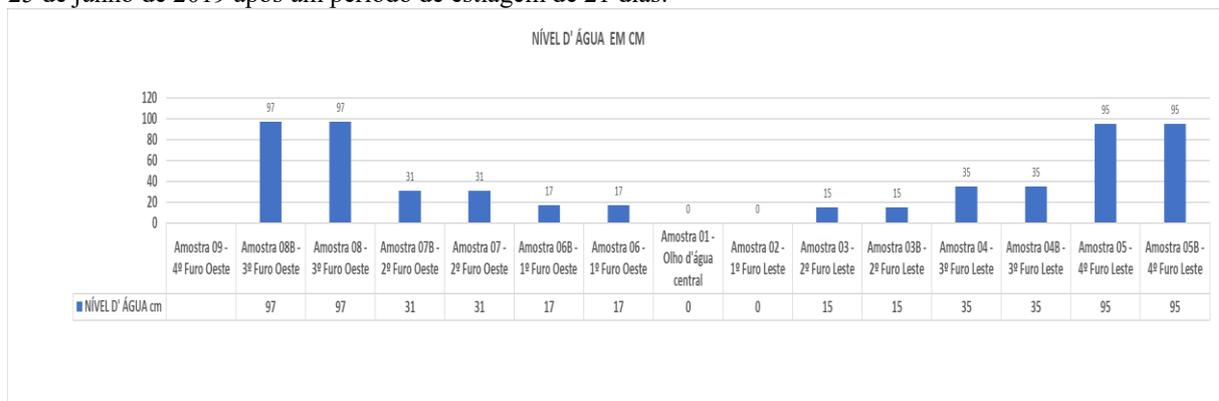
O nível d'água do lençol freático encontrava-se em 0 (zero no ponto de afloramento/descarga, junto a superfície) no olho d'água central - UTM 749722 – 6939601 - cota altimétrica 5,013m; No 1º furo leste a 8,82m do olho d'água central o nível do lençol freático encontrava-se em 0 (zero no ponto de afloramento/descarga) – UTM 749731 – 6939600 – cota altimétrica 5,22m; No 2º furo leste a 9,82m do 1º furo leste o nível d'água foi medido em 15cm – UTM 749741 – 6939600 - cota altimétrica 5,40m; No 3º furo leste a 5,82m do 2º furo leste o nível d'água foi medido em 35cm – UTM 749747 – 6939601 – cota altimétrica 5,59m; No 4º furo leste, dentro da restinga arbustiva, a 4,50m do 3º furo leste o nível d'água foi medido em 95cm – UTM 749751 – 6939601- cota altimétrica 5,76m.

No 1º furo oeste a 9m do olho d'água central o nível d'água foi medido em 17cm - UTM 749713 - 6939600, cota altimétrica 5,07m; No 2º furo oeste a 7,87m do 1º furo oeste o

nível d'água medido em 31cm - UTM 749706 - 6939599, cota altimétrica 5.66m; No 3º furo oeste, dentro da restinga arbustiva, a 8,82m a do 2º furo o nível d'água foi medido em 97cm – UTM 749698 – 6939600, cota altimétrica 5,85m; Foi feito um 4º furo a 28 metros a oeste do olho d'água central neste ponto o nível d'água não foi alcançado em uma perfuração de 1,5m UTM 6939594 – 749685, cota altimétrica 6.1154.

A figura 21 apresenta gráfico do nível d'água do lençol freático medido a partir da superfície da baixada úmida em 25 de junho de 2019 após um período de estiagem de 21 dias.

Figura 21 - Gráfico referente ao nível d'água do lençol freático medido a partir da superfície da baixada úmida em 25 de junho de 2019 após um período de estiagem de 21 dias.

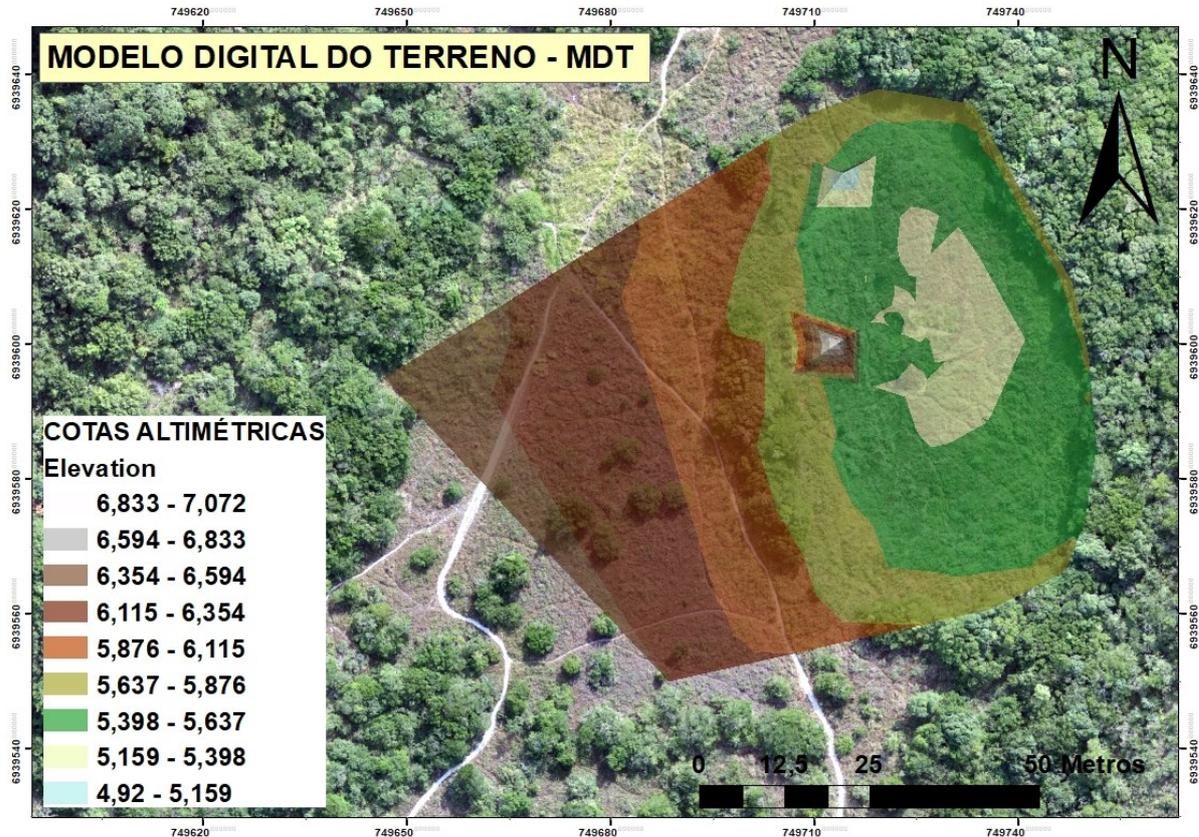


Fonte: autor.

## 5.2 DOS RESULTADOS DA TOPOGRAFIA

O levantamento topográfico resultou em um gradiente de cotas altimétricas de forma centrípeta das bordas da delimitação da baixada úmida em direção ao centro. As cotas variam de 5,87m para 5,63m no que corresponde, em parte, as transições com as restingas secas, nas bordas, para as partes mais altas da baixada úmida. As cotas altimétricas variam de 5,63m para 5,39m nas áreas intermediárias, entre as partes mais altas da baixada úmida para região central. Na região central, entorno dos olhos d'água para o centro da baixada, onde encontram-se os 3 (três) olhos d'água, o modelo digital do terreno – MDT indicou a variação de 5,39m para 4,92m. A figura 22 ilustra o modelo digital do terreno – MDT gerado a partir dos pontos coletados no levantamento topográfico.

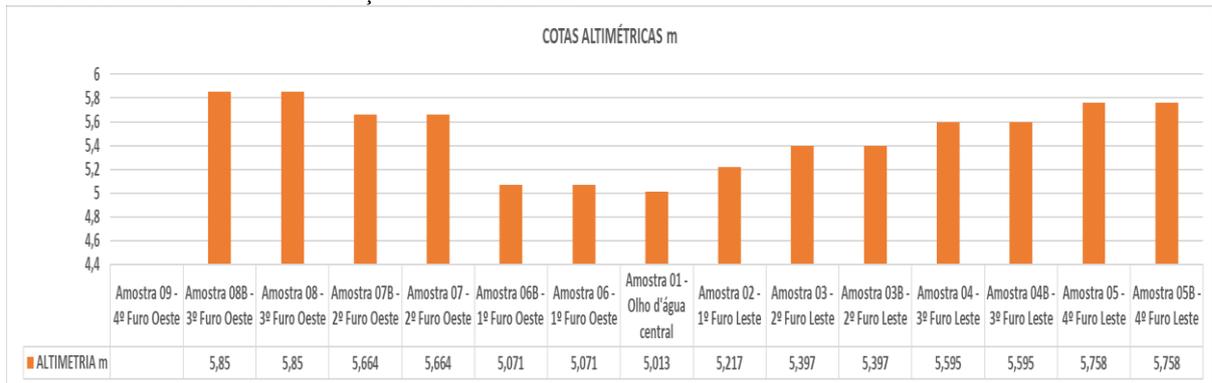
Figura 22 - Modelo Digital do Terreno – MDT a partir das cotas altimétricas medidas no levantamento topográfico; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: autor.

A figura 23 apresenta gráfico das cotas altimétricas referente ao transecto, oeste – leste da baixada úmida, feito durante os furos de sondagem. O gráfico foi elaborado a partir das altimetrias registradas nos pontos coletados referentes aos furos de sondagem para aferição do nível d'água do lençol freático e para a coletas das amostras de sedimentos.

Figura 23 - Gráfico representando o gradiente altimétrico referente ao transecto dos furos de sondagem de oeste a leste na baixada úmide em relação ao nível do mar.



Fonte: autor.

A figura 24 apresenta o relatório de processamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística dos 111 pontos coletados pelo Receptor GNSS-RTK.

Figura 24 - Relatório do processamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 03302269

<b>Início:</b> AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2019/06/25 11:41:45,00
<b>Fim:</b> AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2019/06/25 15:07:00,00
<b>Modo de Operação do Usuário:</b>	ESTÁTICO
<b>Observação processada:</b>	CÓDIGO & FASE
<b>Modelo da Antena:</b>	CNT300 NONE
<b>Órbitas dos satélites:<sup>1</sup></b>	ULTRA-RÁPIDA
<b>Frequência processada:</b>	L3
<b>Intervalo do processamento(s):</b>	5,00
<b>Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m):</b>	5,000
<b>Sigma da portadora(m):</b>	0,010
<b>Altura da Antena<sup>3</sup>(m):</b>	2,080
<b>Ângulo de Elevação(graus):</b>	10,000
<b>Resíduos da pseudodistância(m):</b>	0,85 GPS
<b>Resíduos da fase da portadora(cm):</b>	0,60 GPS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
<b>Em 2000.4</b> (É a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-27° 38' 39,9299"	-48° 28' 08,3530"	4,92	6939625.299	749714.246	-51
<b>Na data do levantamento</b> <sup>5</sup>	-27° 38' 39,9225"	-48° 28' 08,3545"	4,92	6939625.528	749714.209	-51
<b>Sigma(95%)<sup>6</sup> (m)</b>	0,002	0,006	0,010			
<b>Modelo Geoidal</b>	MAPGEO2015					
<b>Ondulação Geoidal (m)</b>	0,65					
<b>Altitude Ortométrica (m)</b>	4,27					

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

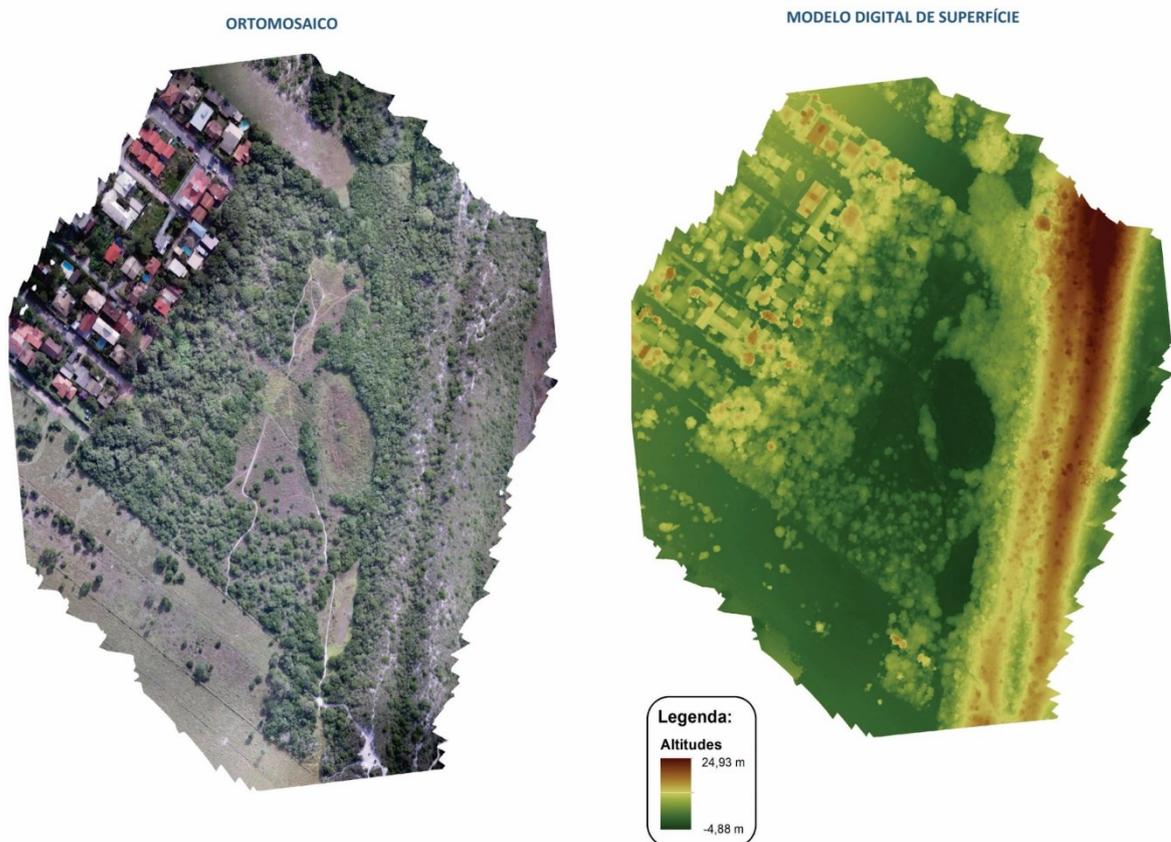
Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

Fonte: IBGE (2019).

### 5.3 DOS RESULTADOS DO GEOPROCESSAMENTO DE IMAGENS AÉREAS.

O geoprocessamento das imagens aéreas produzidas pelo voo de drone resultou em dois arquivos digitais georreferenciados, o ortomosaico e o modelo digital de superfície, os quais foram utilizados para produção de todos os produtos gráficos, figuras e mapas referentes aos estudos da baixada úmida. A figura 25 apresenta o produto final do geoprocessamento das imagens produzidas pelo Drone.

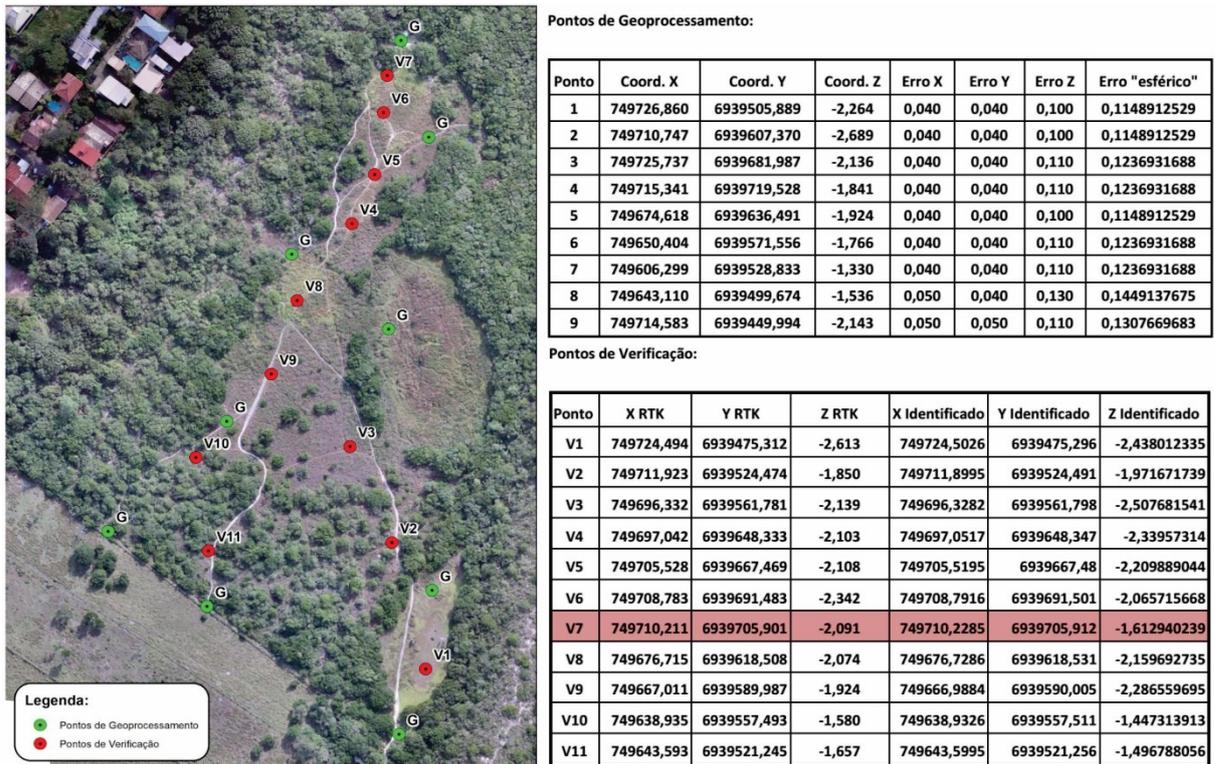
Figura 25 - Ortomosaico e modelo digital de superfície produzidos a partir dos levantamentos topográficos e voo de drone.



Fonte: Autor.

A figura 26 ilustra a os pontos de verificação para determinar a precisão dos modelos gerados pelo geoprocessamento. Após a obtenção das coordenadas planimétricas e altimétricas as mesmas foram comparadas com as coordenadas obtidas no levantamento topográfico. Destes pontos foi retirado o ponto “V7” devido à um erro altimétrico fora da tendência. Após esse procedimento realizou-se os cálculos dos Erros Quadrático Médio (RMSE) planimétricos e altimétricos que representam os erros dos modelos. Erros Quadráticos Médios: RMSE Planimétrico [m] - 0,02088627741; RMSE Altimétrico [m] 0,224966281.

Figura 26 - Pontos de geoprocessamento e pontos de verificação.



Fonte: autor.

A figura 27 ilustra a imagem raster produzida a partir do ortomosaico cuja data de registro aéreo é o dia 12 de junho de 2019. Esta imagem raster foi utilizada para elaboração dos produtos gráficos, mapas e ilustrações do presente estudo.

Figura 27 - Representação do resultado do geoprocessamento das imagens coletas pelo drone em 12 de junho de 2019; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.

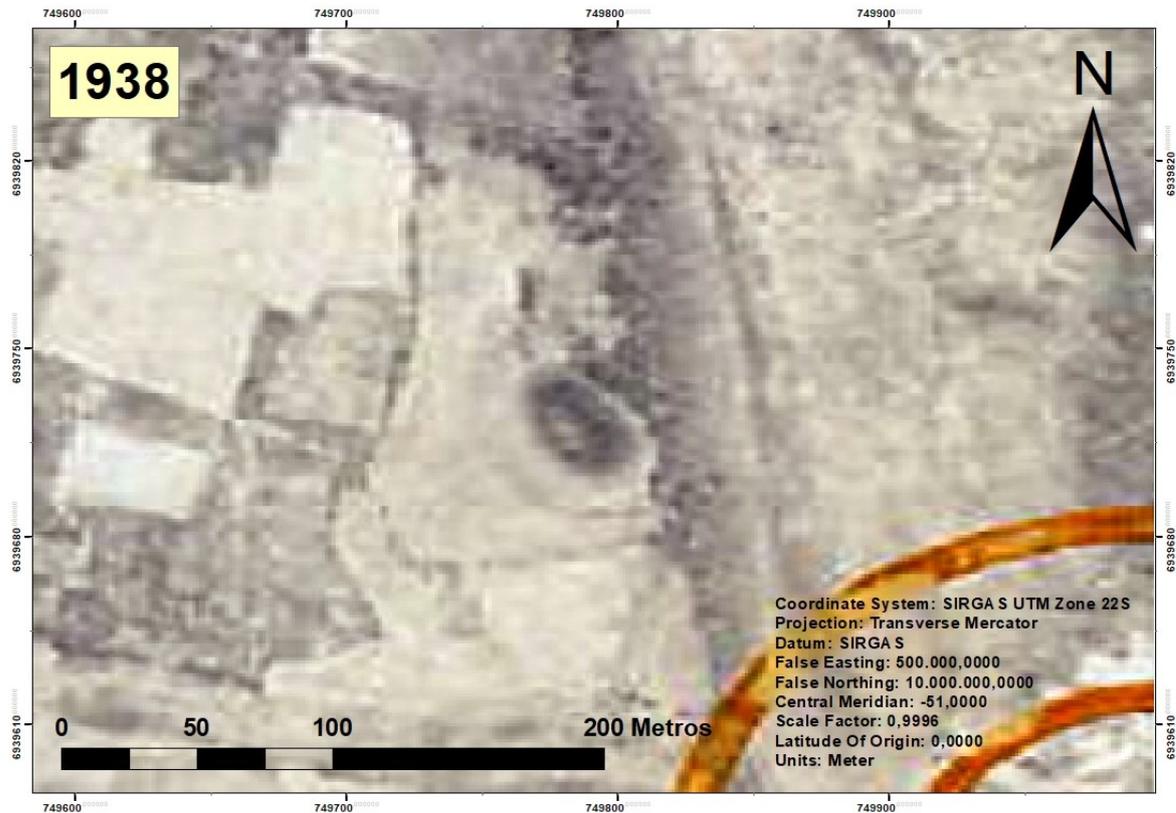


Fonte: autor.

A análise multitemporal, por fotointerpretação, das imagens aéreas disponíveis demonstra que nos últimos 82 anos a baixada úmida estudada possui as mesmas características topográficas encontradas no período de pesquisa para realização deste estudo.

A figura 28 referente ao levantamento aerofotogramétrico realizado pela Marinha Americana em 1938, ilustra os limites da baixada úmida com a duna adjacente a leste. A oeste da baixada úmida é possível visualizar talhões e recortes na restinga seca, o que indica, com razoável assertividade, atividades agrícolas na região do entorno da área estudada.

Figura 28 – Aerofoto 1938 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Levantamento aerofotogramétrico Marinha Americana em 1938 - disponibilizado pelo Setor de Cartografia da Secretaria Estadual do Planejamento do Estado de Santa Catarina.

A figura 29 apresenta o levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina, realizado pelo Governo Jorge Lacerda em 1957, executado por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. Comparando-a com a imagem aérea de 1938 registra-se regeneração da restinga arbustiva em parte do entorno da baixada úmida. Esta regeneração parece mais avançada na área de duna a oeste da baixada úmida estudada. O detalhe mais importante a ser analisado neste registro aéreo é a posição dos 3(três) olhos d'água. Desde 1957 testemunha-se, com nitidez fotointerpretativa, a presença dos olhos d'água norte, central e sul na baixada úmida objeto de estudo. Na figura 29 é possível perceber também o gradiente centrípeto da topografia e da umidade das bordas para região central da baixada úmida.

Figura 29 – Aerofoto 1957 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Levantamento do Estado de Santa Catarina, realização do Governo Jorge Lacerda 1957, executado por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A disponibilizado pelo Setor de Cartografia da Secretaria Estadual do Planejamento do Estado de Santa Catarina.

Na figura 30 é possível perceber que no final da década de 1970 (1978) a vegetação de restinga arbustiva que existia na segunda metade da década de 1950 ao sul e a oeste (duna adjacente) da baixada úmida foi suprimida. Quanto aos limites topográficos da baixada úmida, estes ainda permanecem visíveis, no entanto, surgem três hipóteses de interpretação: 1 – Trata-se de um período de estiagem severa; 2 – A baixada úmida pode ter sido alterada em função da supressão da vegetação adjacente e demais perturbações; 3 – as duas primeiras hipóteses conjuntamente.

Na figura 30 não é possível visualizar os 3 três olhos d'água com nitidez fotointerpretativa como nos registros de outrora (1957).

Figura 30 – Aerofoto 1978 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Cobertura Aerofotogramétrica do Estado de Santa Catarina – FATMA, data do voo 07/08/1978 disponibilizado pelo Setor de Cartografia da Secretaria Estadual do Planejamento do Estado de Santa Catarina.

A imagem aérea de 1994 (figura 31) registra regeneração significativa da restinga arbustiva no entorno. Um detalhe interessante a ser observado, em todos os registros anteriores (1938, 1957 e 1978), mas que no registro de 1994 se torna bem delimitado quanto ao padrão fitofisionômico, é a uma área de restinga herbácea/subarbustiva na baixada seca adjacente a norte, a oeste e a sudoeste da baixada úmida estudada. O mesmo padrão se repete desde a década de 1930 para esta região, sugerindo que exista alguma restrição edáfica, não estudada neste trabalho, mas que mantém a fitofisionomia herbácea/subarbustiva na baixada seca, sem que haja, a princípio, regeneração para fitofisionomia arbustiva.

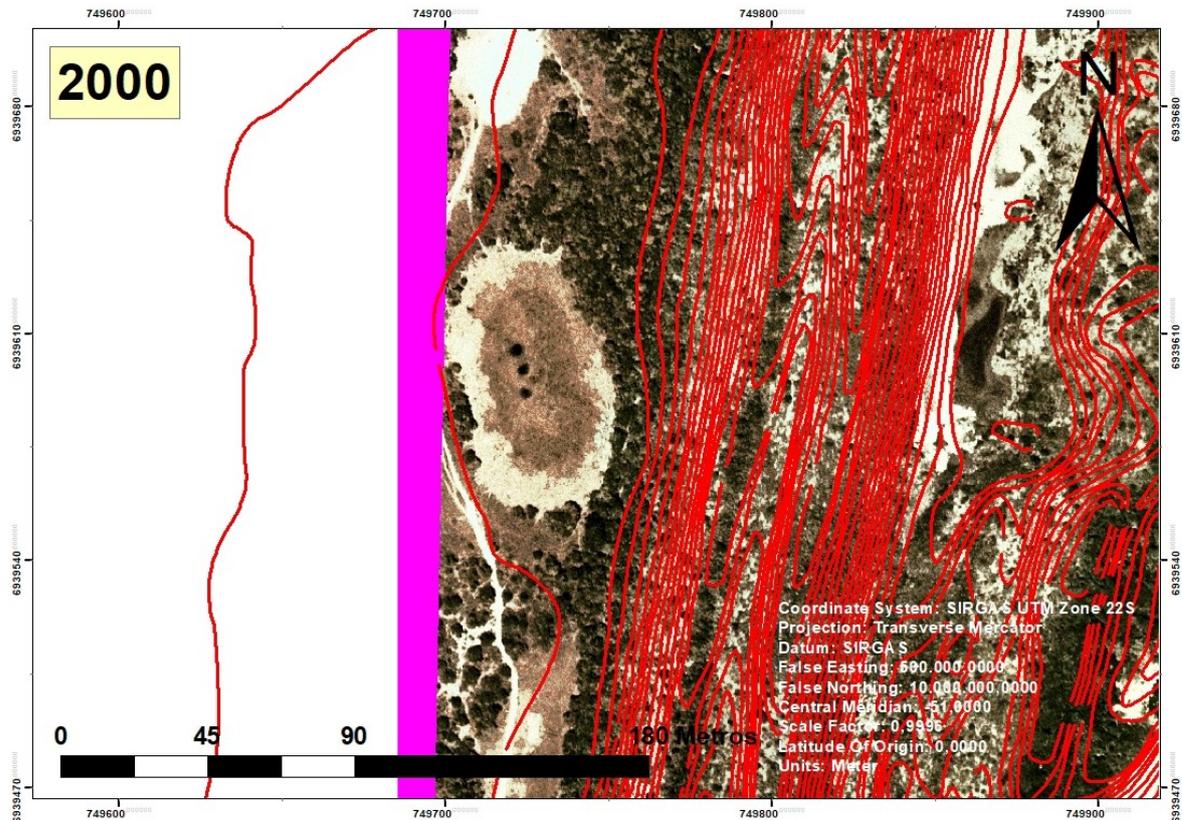
Figura 31 – Aerofoto 1994 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

A figura 32 registra a imagem aérea do ano de 2000, esta apresenta o melhor registro quanto a posição e a delimitação dos 3 olhos d'água estudados desde os registros de 1957. É possível perceber também gradientes na área da superfície topográfica nas delimitações da baixada úmida, com padrões de reflectância alterando-se do centro para as bordas. É provável que este registro tenha sido feito em períodos de estiagem. Não há continuidade de registros a oeste da área objeto de estudo. A baixada úmida parece ser o limite oeste dos registros do voo do ano de 2000.

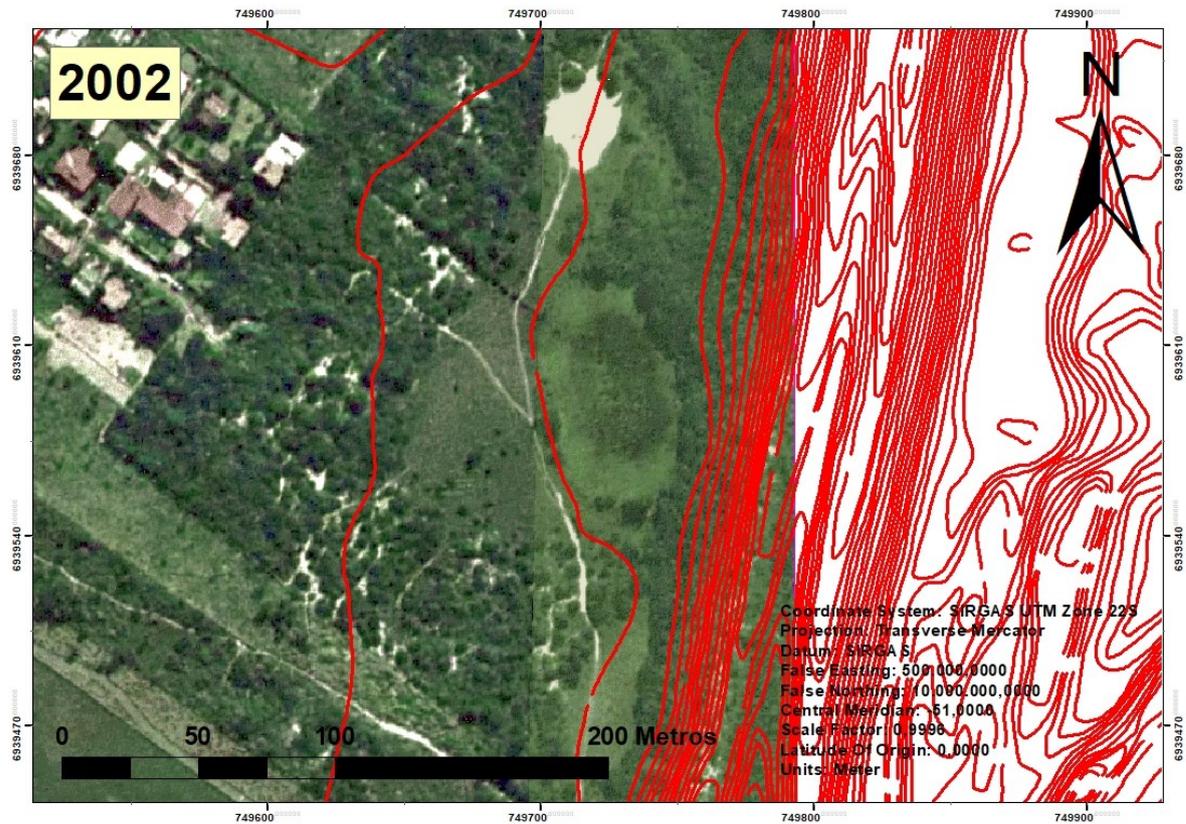
Figura 32 – Aerofoto 2000 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.



Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

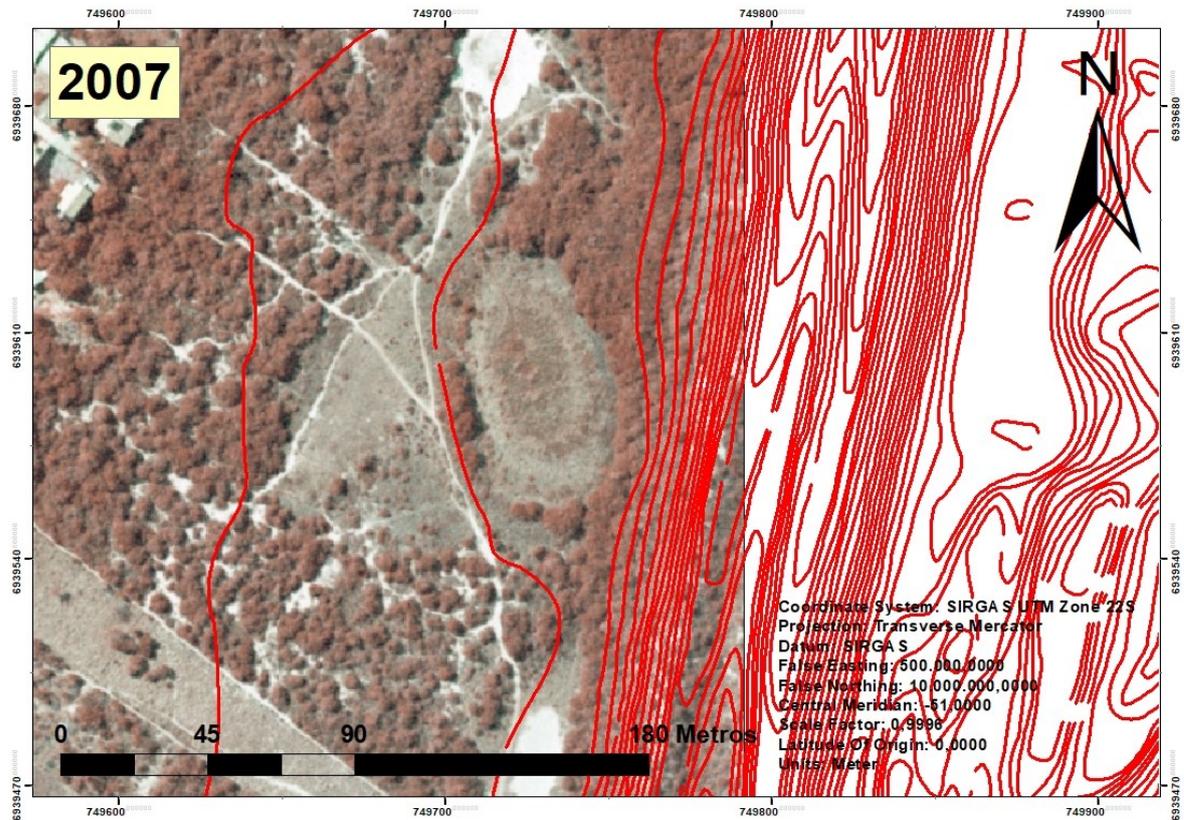
As figuras 33, 34, 35 e 36 apresentam os registros aéreos dos anos de 2002, 2007, 2010 e 2016 nestes períodos até os dias atuais é possível perceber que não houve mudanças quanto a delimitação topográfica da baixada úmida estudada, bem como o padrão característico da fitofisionomia herbácea/subarbustiva permanece semelhante nos últimos 82 anos na área objeto de estudo. As regenerações significativas aparecem nas restingas arbustivas do entorno, as quais parecem estar estabilizadas apresentando um estágio arbustivo avançado.

Figura 33 – Aerofoto 2002 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.



Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

Figura 34 - Aerofoto 2007 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S, com vetorização da altimetria colhida no Geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.



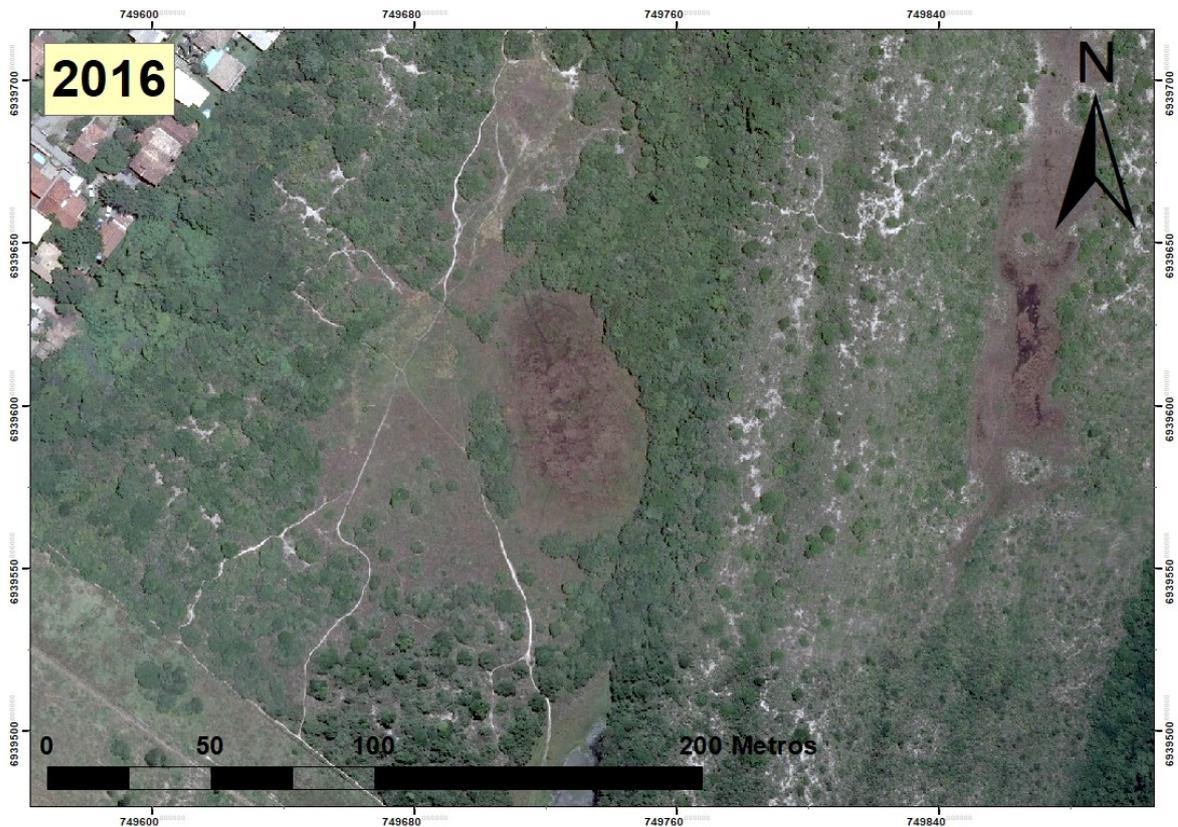
Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

Figura 35 – Aerofoto 2010 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Imagens raster do levantamento aerofotogramétrico do ano de 2010 realizado pela Secretaria do Desenvolvimento Sustentável – SDS do Estado de Santa Catarina.

Figura 36 – Aerofoto 2016 - Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

#### 5.4 DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Os resultados da análise da presença de solos com sinais de hidromorfismo levaram em consideração o conjunto de dados referente ao nível do lençol freático (NA) e sua relação com o gradiente altimétrico; o teor de matéria orgânica encontrado nas amostras; e, a análise granulométrica dos sedimentos coletados (**Tabela 01**).

##### **Resultado das amostras à Leste do olho d'água central:**

**Amostra 01 – Olho d'água central** coletada em 10cm (0 de nível d'água); **Amostra 02 – 1º Furo Leste** coletada em 10cm (0 de nível d'água); **Amostra 03 – 2º Furo Leste** coletada em 10cm (15cm de nível d'água); **Amostra 03B – 2º Furo Leste** coletada em 15cm (15cm de nível d'água); **Amostra 04 – 3º Furo Leste** coletada em 10cm (35cm de nível d'água); **Amostra 04B – 3º Furo Leste** coletada em 32cm (35cm de nível d'água); **Amostra 05 – 4º Furo Leste** coletada em 10cm (95cm de nível d'água); **Amostra 05B – 4º Furo Leste** coletada em 95cm (95cm de nível d'água); ver **tabela 01**.

**Resultado das amostras à Oeste do olho d'água central:**

**Amostra 06 – 1º Furo Oeste** coletada em 10cm – 17cm (nível d'água); **Amostra 06B – 1º Furo Oeste** coletada em 17cm (17cm de nível d'água); **Amostra 07 – 2º Furo Oeste** coletada em 10cm; (31cm de nível d'água); **Amostra 07B – 2º Furo Oeste** coletada em 31cm (31cm de nível d'água); **Amostra 08 – 3º Furo Oeste** coletada em 10cm (97cm de nível d'água); **Amostra 08B – 3º Furo Oeste** coletada em 97cm (97cm nível d'água); **Amostra 09 – 4º Furo Oeste** coletada em 10cm (nível d'água não alcançado); ver **tabela 01**.

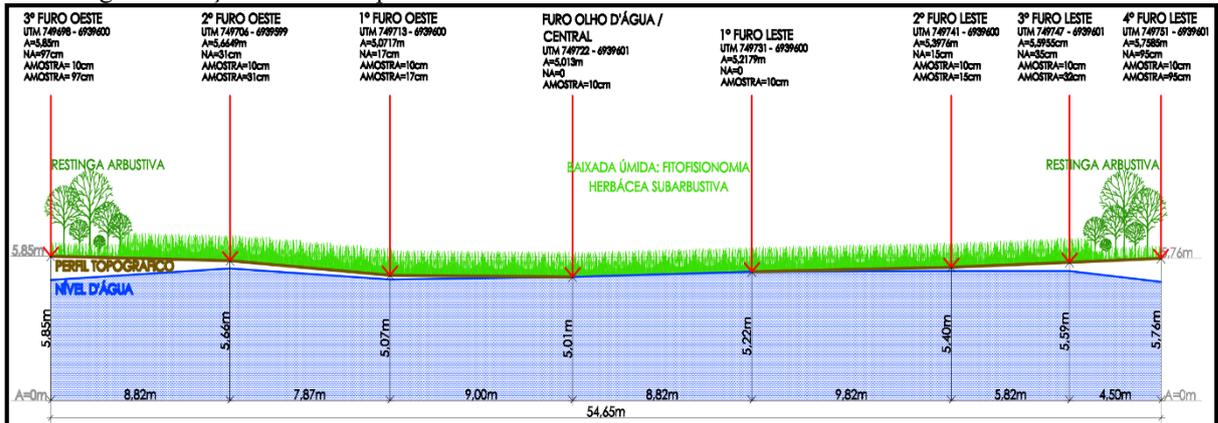
O nível d'água tem como referencial a superfície da baixada úmida, ou seja, o local onde iniciou a abertura dos furos de sondagem.

**Tabela 01** - Resultado da análise das amostras: teor de matéria orgânica e granulometria.

AMOSTRAS	Teor de Matéria Orgânica %	FRAÇÕES %			
		CASCALHO	AREIA	SILTE	ARGILA
<b>Amostra 01- Olho d'água</b>	<b>72,92</b>	<b>16,69</b>	<b>75,74</b>	5,917	1,659
<b>Amostra 02 -1º Furo Leste</b>	<b>49,22</b>	<b>9,76</b>	<b>86,07</b>	3,864	0,3045
<b>Amostra 03 - 2º Furo Leste</b>	<b>25,94</b>	0	<b>87,46</b>	12,35	0,1907
<b>Amostra 03B - 2º Furo Leste</b>	0,15	0,05292	99,25	0,6337	0,06376
<b>Amostra 04 - 3º Furo Leste</b>	<b>21,66</b>	<b>2,937</b>	90,79	6,168	0,1004
<b>Amostra 04B - 3º Furo Leste</b>	<b>5,14</b>	0,1252	96,76	3,057	0,06049
<b>Amostra 05 - 4º Furo Leste</b>	<b>14,75</b>	<b>2,173</b>	95,44	2,275	0,1072
<b>Amostra 05B - 4º Furo Leste</b>	1,29	0	97,92	1,435	0,6406
<b>Amostra 06 - 1º Furo Oeste</b>	<b>17,37</b>	<b>4,149</b>	<b>87,12</b>	8,053	0,6773
<b>Amostra 06B -1º Furo Oeste</b>	0,37	0	99,08	0,8934	0,02457
<b>Amostra 07 - 2º Furo Oeste</b>	<b>11,21</b>	0,2282	96,82	2,411	0,5371
<b>Amostra 07B - 2º Furo Oeste</b>	0,27	0	99,15	0,8178	0,0303
<b>Amostra 08 - 3º Furo Oeste</b>	<b>4,87</b>	0,1777	96,76	2,858	0,2075
<b>Amostra 08B - 3º Furo Oeste</b>	0,21	0	99,11	0,8047	0,08791
<b>Amostra 09 - 4º Furo Oeste</b>	1,24	0	98,35	1,552	0,09898

As frações de cascalho apresentadas nos resultados das amostras, devem ser compreendidas como material de origem vegetal seco. A figura 37 apresenta corte esquemático ilustrando a posição dos furos para coleta de amostras e aferição do nível d'água do lençol freático. Se considerarmos que em solos com sinais de hidromorfismo o nível d'água do lençol freático pode variar de 0 até 150 cm desde que correspondam aos horizontes hístico e glei (EMBRAPA, 2018), toda a superfície delimitada pelo gradiente altimétrico, até as bordas da baixada úmida - transição com a restinga arbustiva – pode ser caracterizada como solo com sinais de hidromorfismo. Na figura 37 a região entre o 2º furo oeste (cota 5,66m) e o 3º furo leste (5,59m) apresenta características de hidromorfismo no solo, em especial, no que se refere ao parâmetro nível d'água do lençol freático. A partir do 2º furo oeste e do 4º furo leste inicia-se a transição da baixada úmida com a restinga arbustiva, esta situação também corresponde ao rebaixamento mais acentuado do nível d'água.

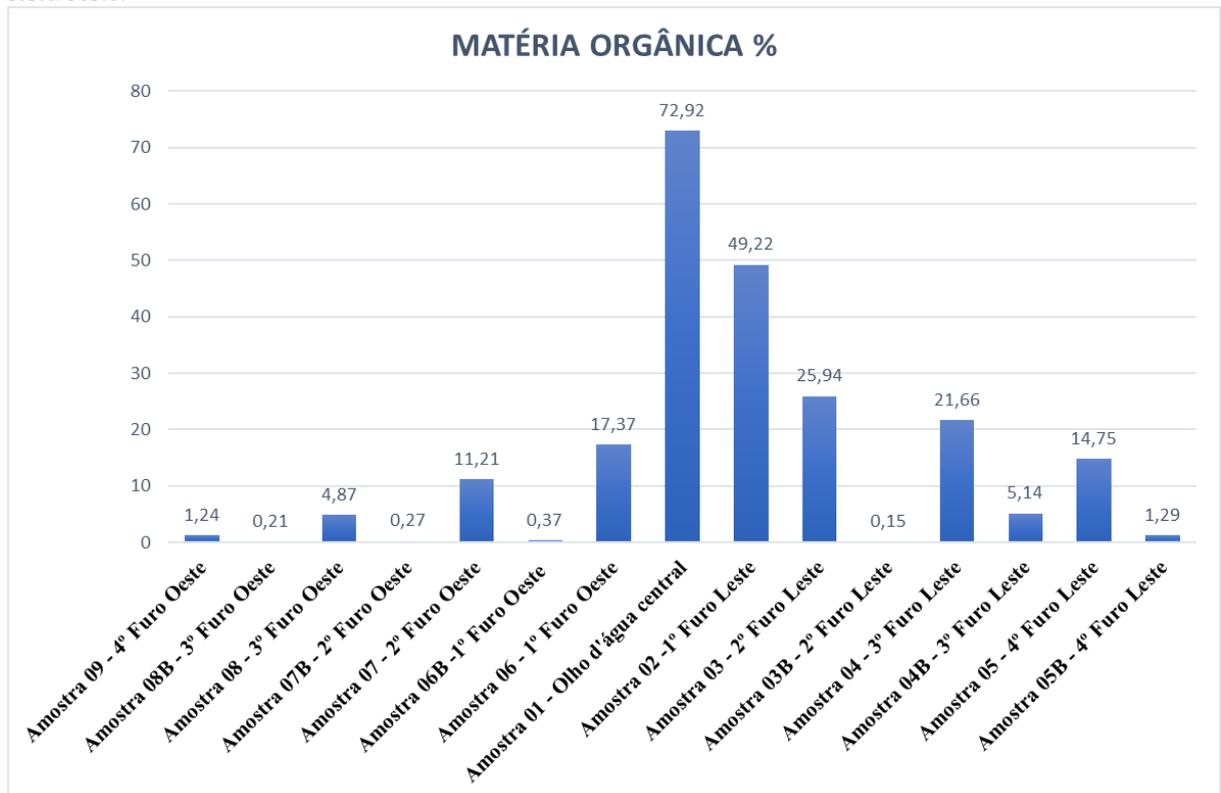
Figura 37 - Corte esquemático ilustrando a posição dos furos de sondagem, as respectivas cotas altimétricas, o nível d'água do lençol freático e a profundidade de coleta das amostras.



Fonte: Autor.

A figura 38 apresenta gráfico com as porcentagens do teor matéria orgânica presente nas amostras e a relação com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste.

Figura 38 – A figura abaixo apresenta gráfico com as porcentagens do teor matéria orgânica presente nas amostras e a relação com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste.

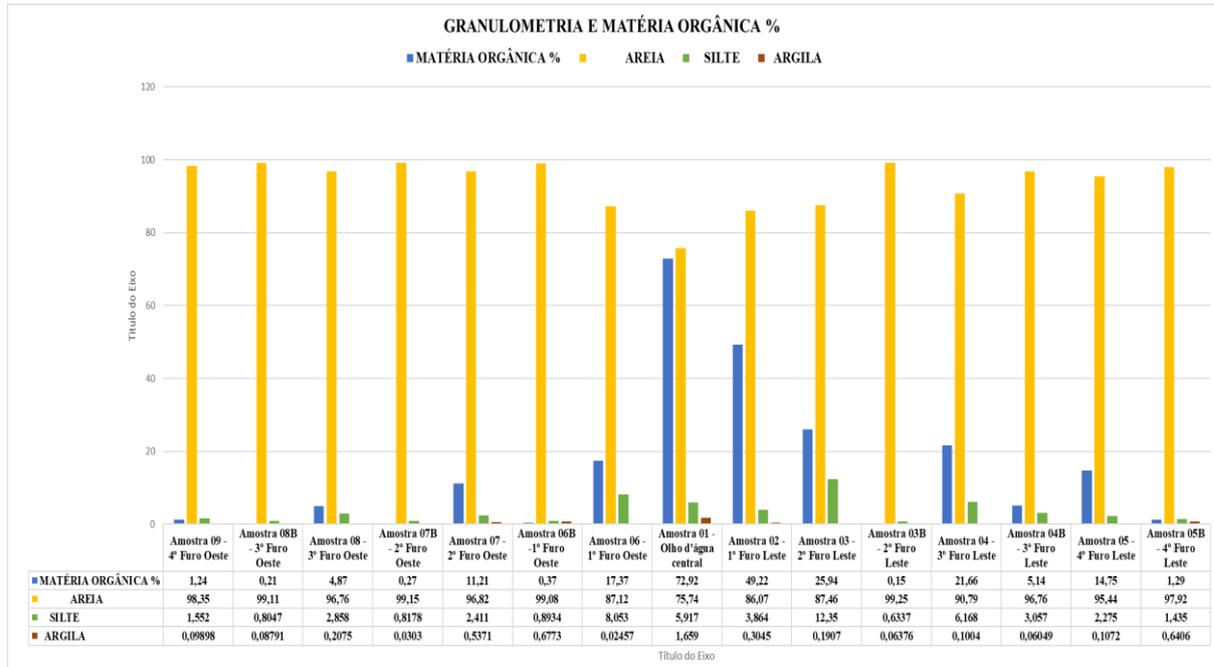


Fonte: Autor.

Quanto aos resultados da granulometria a figura 39 é apresentado gráfico que relaciona as frações de areia, silte e argila encontradas nos furos de sondagem com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste. É possível

constatar que as frações de areia predominam em relação ao silte e à argila. As frações de cascalho não foram contabilizadas no gráfico, pois representam material de origem vegetal seco.

Figura 39 – A figura abaixo apresenta gráfico no qual relaciona as frações de areia, silte e argila encontradas nos furos de sondagem com o as distâncias do olho d'água central em direção as bordas da baixada úmida nos sentidos leste/oeste.



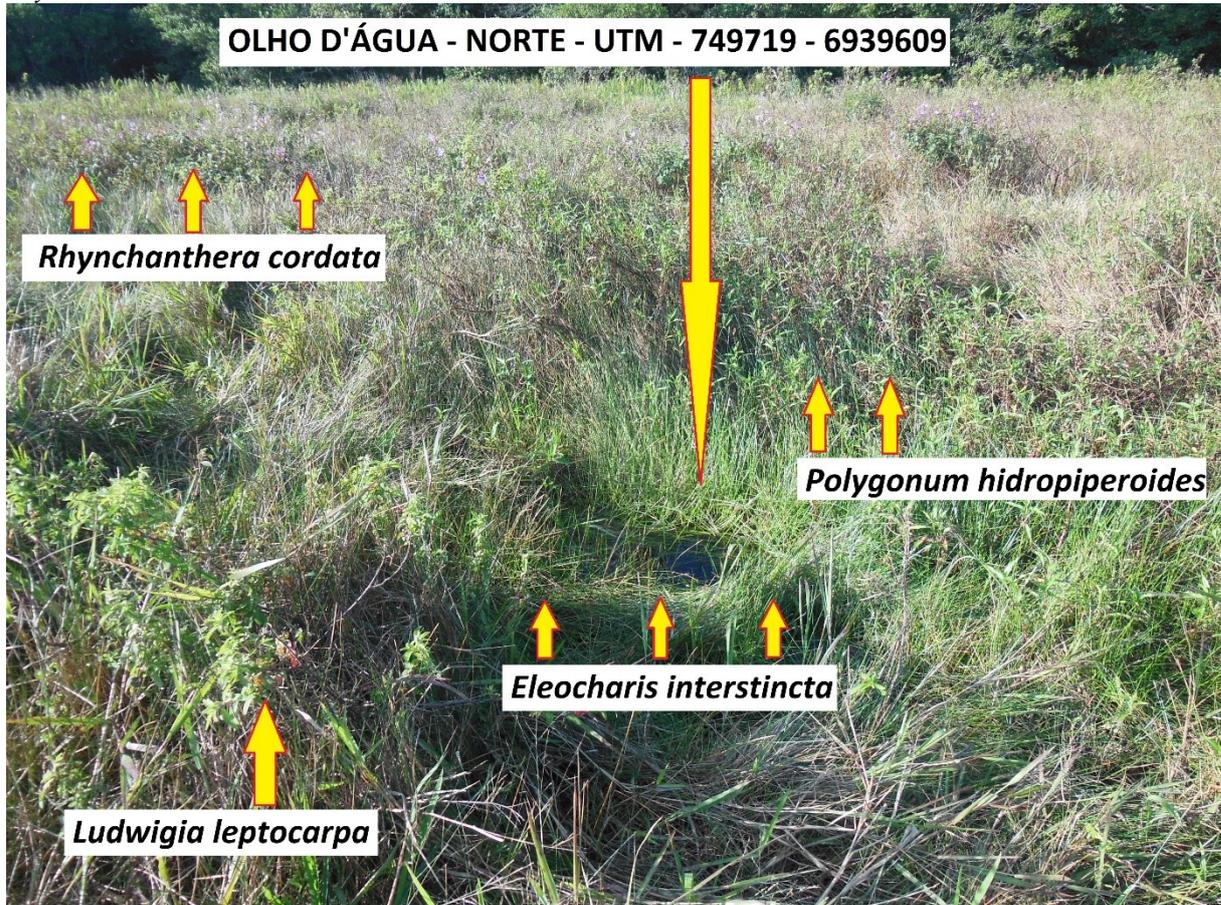
Fonte: Autor.

## 5.5 DOS RESULTADOS DA VEGETAÇÃO ADAPTADA AOS AMBIENTES ÚMIDOS

A vegetação adaptada aos ambientes úmidos – espécies indicadoras – será apresentada de acordo com o gradiente topográfico centrífugo, do centro para as bordas da baixada úmida. As figuras 40, 41 e 42 ilustram as espécies vegetais encontradas em nível d'água igual a 0, imediatamente adjacente e/ou inseridas na área central da baixada úmida correspondente aos olhos d'água norte, central e sul.

A figura 40 ilustra as espécies vegetais encontradas inseridas e/ou adjacentes ao olho d'água norte. As espécies *Polygonum hidropiperoides*, *Ludwigia leptocarpa* e *Eleocharis interstincta* foram encontradas inseridas na área de abrangência do olho d'água central inclusive em períodos de estiagem. A *Rhynchanthera cordata* foi encontrada em grande concentração adjacente a nordeste dos olhos d'água norte e central.

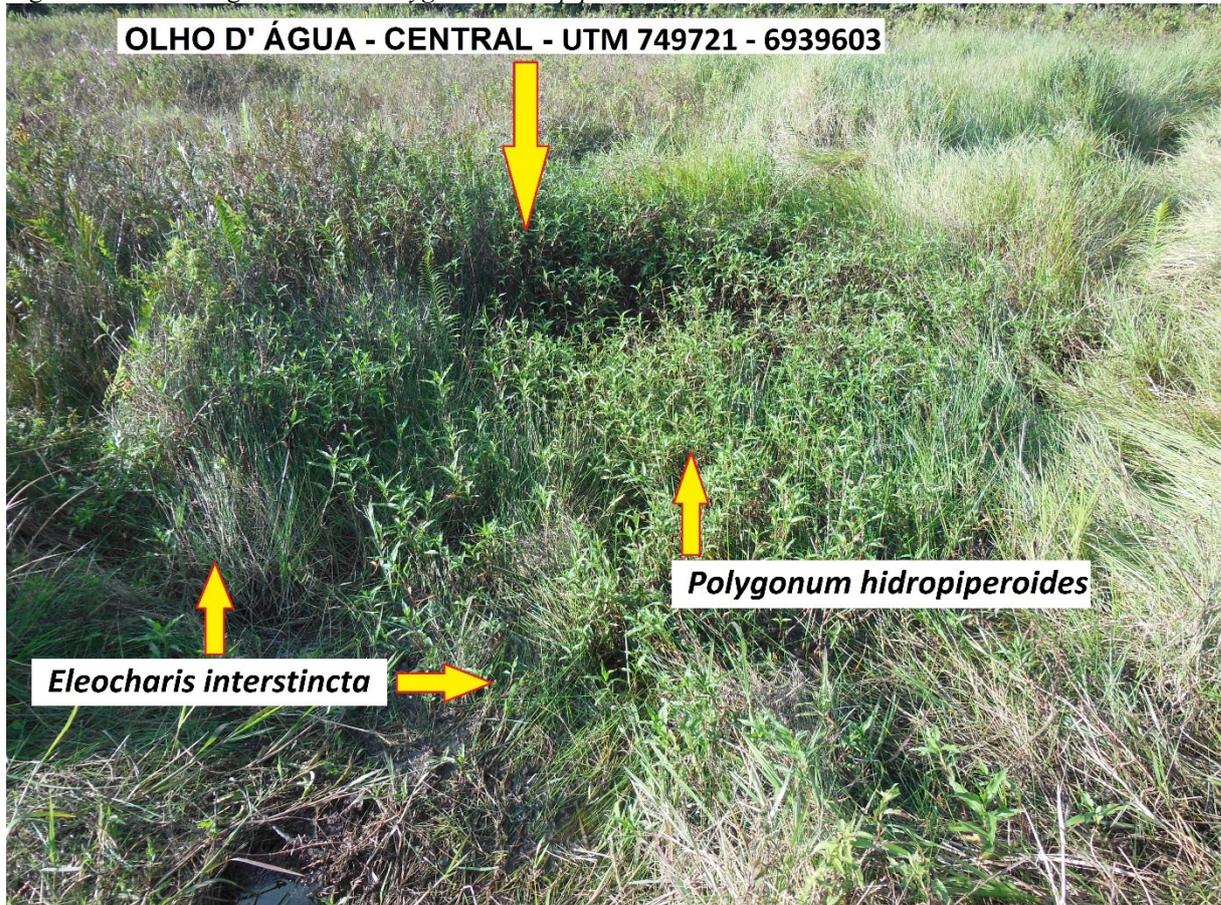
Figura 40 - Olho d'água Norte - *Polygonum hidropiperoides*; *Ludwigia leptocarpa*; *Eleocharis interstincta*; *Rhynchanthera cordata*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A figura 41 ilustra as espécies inseridas na área de abrangência do olho d'água central: *Polygonum hidropiperoides* e a *Eleocharis interstincta*.

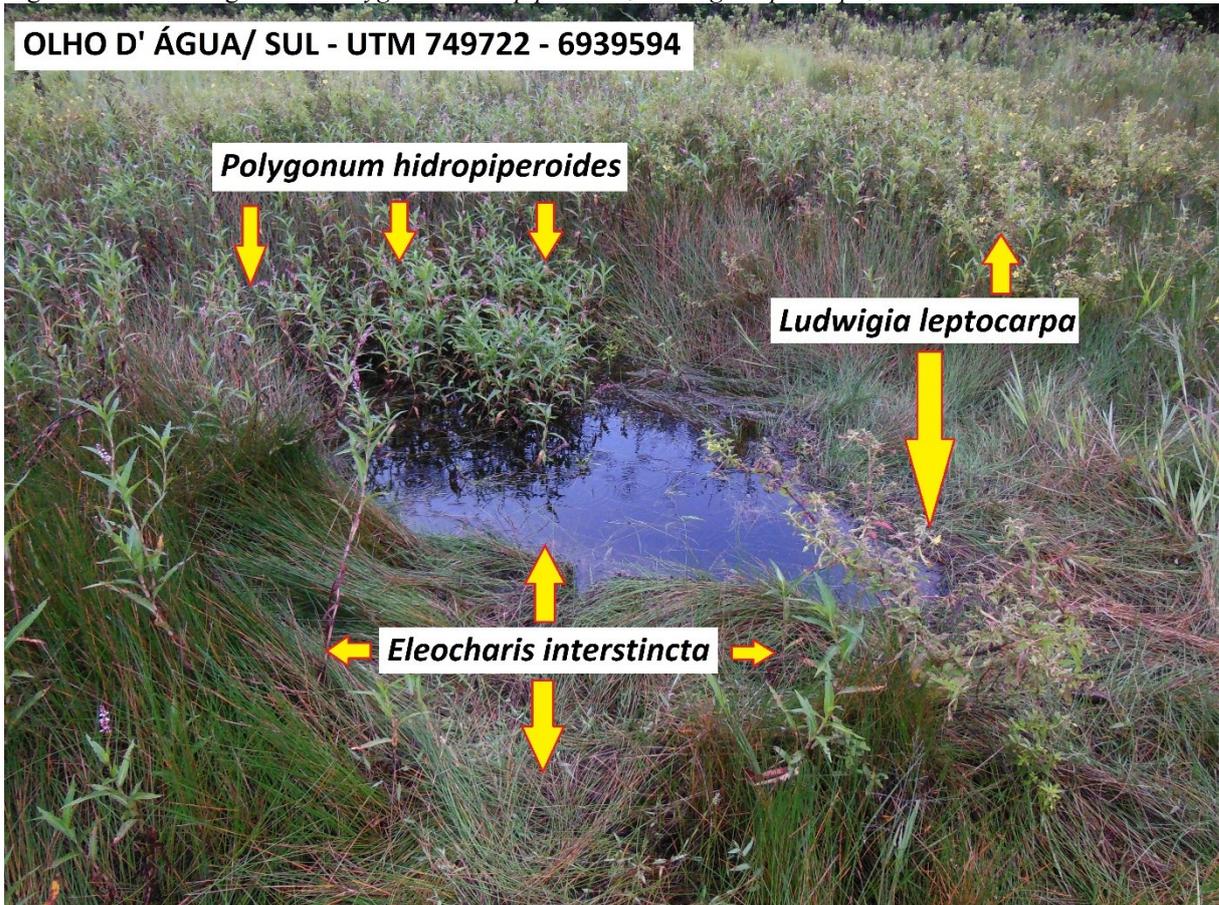
Figura 41 - Olho d'água Central - *Polygonum hidropiperoides*; *Eleocharis interstincta*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A figura 42 ilustra as espécies inseridas na área de abrangência do olho d'água sul: *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta* e *Ludwigia leptocarpa*.

Figura 42 - Olho d'água Sul - *Polygonum hidropiperoides*; *Ludwigia leptocarpa*; *Eleocharis interstincta*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

As espécies que ocorrem inseridas na área de abrangência dos olhos d'água, região central da baixada úmida e consequente influência hídrica direta são *Polygonum hidropiperoides* figura 43, *Eleocharis interstincta* figura 44, *Ludwigia leptocarpa* figura 45.

Figura 43 - *Polygonum hidropiperoides*.

***Polygonum hidropiperoides* - Polygonum**



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 44 - *Eleocharis interstincta*.

***Eleocharis interstincta* - Cyperaceae**



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 45 - *Ludwigia leptocarpa*.

***Ludwigia leptocarpa* - Onagraceae**



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A Melastomataceae *Rhynchanthera cordata* (figura 46) encontra-se a nordeste do olho d'água norte e se distribui de forma concentrada nas áreas intermediárias referente a esta posição da baixada, podendo ocorrer indivíduos isolados distribuídos nas áreas centrais. A *Rhynchanthera cordata* não foi registrada na metade sul da baixada úmida.

Figura 46 - *Rhynchanthera cordata*.

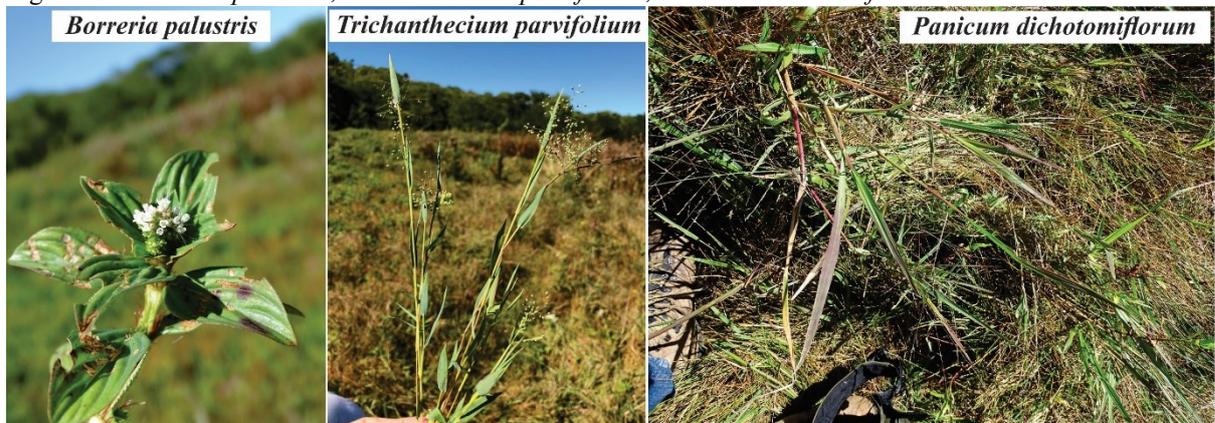
***Rhynchanthera cordata* - Melastomataceae**



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

No entorno dos afloramentos registraram-se também as espécies *Borreria palustris*, *Trichantheicum parvifolium*, *Panicum dichotomiflorum* (figura 47).

Figura 47 - *Borreria palustris*, *Trichantheicum parvifolium*, *Panicum dichotomiflorum*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Nas vistorias realizadas em épocas de descarga/afloramentos acima dos níveis mínimos, ou seja, os níveis de descarga/afloramento que delimitam o espelho de água além do

entorno imediato aos olhos d'água, registrou-se a Menyanthaceae *Nymphoides indica* (figura 48).

Figura 48 - *Nymphoides indica*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

As espécies vegetais *Eleocharis laevigulumis* (figura 49) e *Rhynchospora holoschoenoides* (figura 50) se distribuem uniformemente no entorno dos afloramentos, bem como nos arredores intermediários dos olhos d'água, de forma centrífuga, em direção as bordas da área úmida.

Figura 49 - *Eleocharis laeviglumis*.



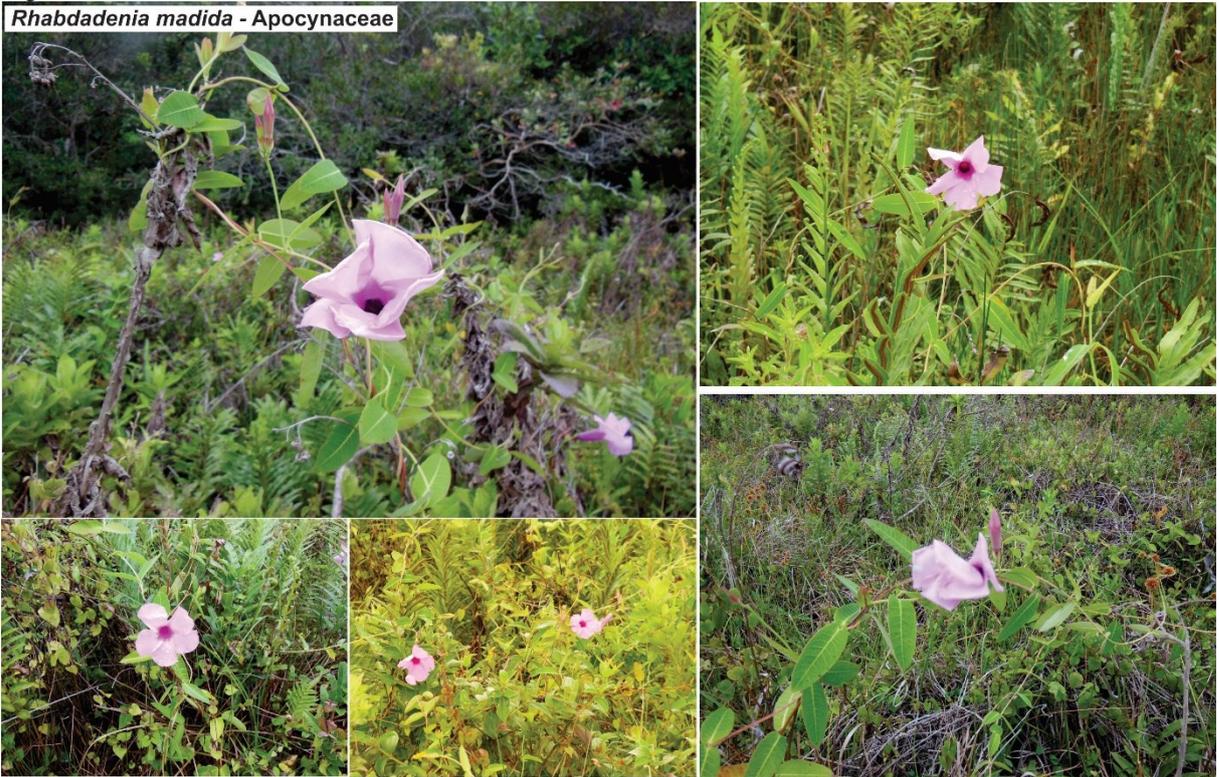
Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 50 - *Rhynchospora holoschoenoides*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A Apocynaceae *Rhabdadenia madida* (figura 51), liana típica da Etapa brejosa (Reitz, 1961 - “Entre as lianas atrai nossa atenção *Rhabdadenia pohlii* pelas suas grandes flores lilases”), ocorre distribuindo-se em comportamento de epífita sobre a vegetação herbácea/subarbustiva. Durante as vistorias observou-se avanços e recuos de forma tanto centrífuga como centrípeta desta espécie nas áreas intermediárias da baixada úmida.

Figura 51 - *Rhabdadenia madida*.***Rhabdadenia madida* - Apocynaceae**

Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A pteridófita *Blechnum serrulatum* se distribui uniformemente nas áreas intermediárias do entorno dos olhos d'água com as transições para a restinga seca. No entanto nas porções nordeste, leste sudoeste e sul observou-se concentrações maiores sugerindo uma certa dominância conforme figura 52.

Figura 52 - *Blechnum serrulatum*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Na porção oeste da área objeto de estudo junto a transição da baixada úmida para a restinga seca registrou-se 03(três) espécimes da Asteraceae – *Baccharis trimera* (figura 53), os quais se desenvolveram significativamente em tamanho nos 17 meses de observações na área.

Figura 53 - *Baccharis trimera*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A Melastomataceae *Tibouchina urvilleana* (figura 54) desde o início dos estudos, em novembro de 2018 até o mês de setembro de 2019, concentrou-se nas áreas de transição com a

restinga seca no lado oeste da área úmida. A partir de setembro de 2019 até o final de abril de 2020 as concentrações de *Tibouchina urvilleana* avançaram junto as transições com a restinga seca ao sul da área úmida, aparecendo também na porção norte junto as transições com a restinga seca.

Figura 54 - *Tibouchina urvilleana*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A Poaceae *Andropogon bicornis* (figura 55) aparece em grande concentração rente as áreas ocupadas por *Tibouchina urvilleana* em transição com a restinga seca, principalmente na região oeste da baixada úmida.

Figura 55 - *Andropogon bicornis*.

***Andropogon bicornis* - Poaceae**



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A briófitas *Sphagnum* sp. (figura 56) foi registrada na parte norte da área de estudo na transição com a restinga seca.

Figura 56 - *Sphagnum* sp.

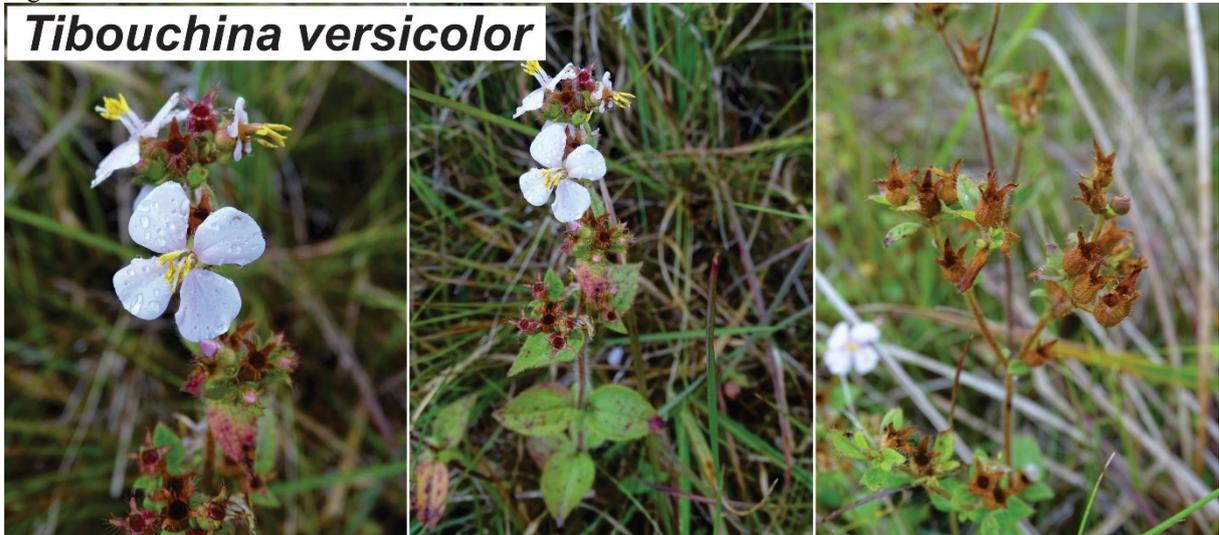


Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

As espécies *Sauvagesia erecta* (figura 57) e *Tibouchina versicolor* (figura 58) foram registradas na área úmida em vistoria no dia 27 de novembro de 2018.

Figura 57 - *Sauvagesia erecta*.

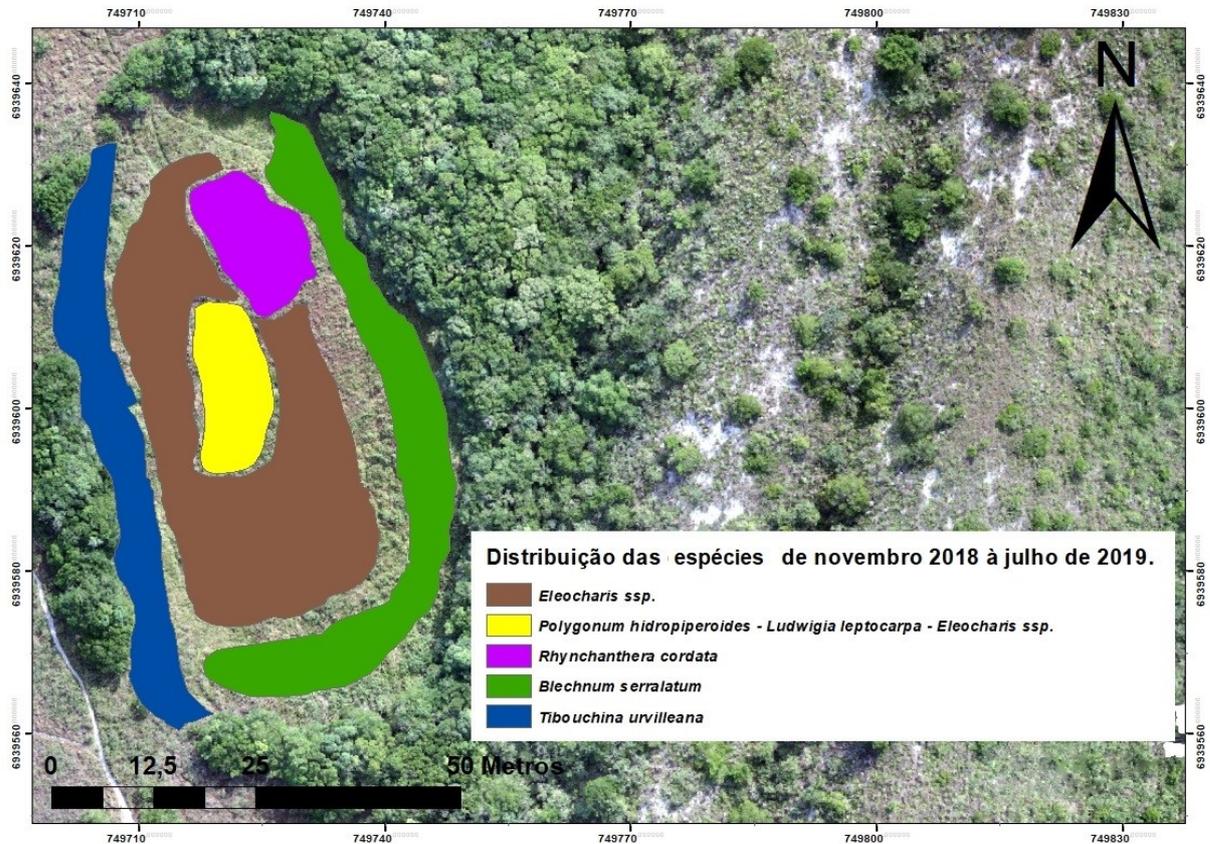
Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Figura 58 - *Tibouchina versicolor*.

Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A figura 59 ilustra a distribuição das espécies dominantes de novembro de 2018 a julho de 2019. Na representação foram vetorizadas as áreas das respectivas dominâncias referentes as espécies observadas a partir dos registros feitos no lapso temporal citado. Dentro deste padrão de distribuição (dominância) foram encontradas as outras espécies já comentadas. Os limites definidos pelas vetorizações das áreas de ocorrência das espécies vegetais na figura 59 estão razoavelmente precisos, no entanto durante este período de observações ocorreram alguns avanços, recuos, e entrelaçamento das espécies nas bordas de cada polígono, bem como aparecimento de indivíduos isolados de outras espécies já citadas.

Figura 59 – Representação da distribuição das espécies de novembro de 2018 à julho de 2019; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo pelo autor.

## 5.6 DAS VISTORIAS COMPLEMENTARES

Vistorias complementares foram necessárias em função de um infeliz acontecimento na área objeto de estudo. No dia 10 de setembro de 2019 o Professor João de Deus Medeiros esteve no local e registrou degradação nos olhos d'água (figura 60). Um criador de cavalos roçou a vegetação no entorno dos olhos d'água, cavou alargando os afloramentos e instalou piquetes para amarrar o equino perto da fonte de água. Registrou-se um considerável volume de esterco nos arredores dos locais de dessedentação (olhos d'água). Esta degradação atingiu principalmente o olho d'água sul sendo que a vegetação de entorno imediato foi praticamente toda destruída. Foi registrado também certa quantidade de esterco do equino que ali era tratado no entorno do olho d'água sul.

Figura 60 - Degradação olho d'água sul e piquete instalado nas proximidades.

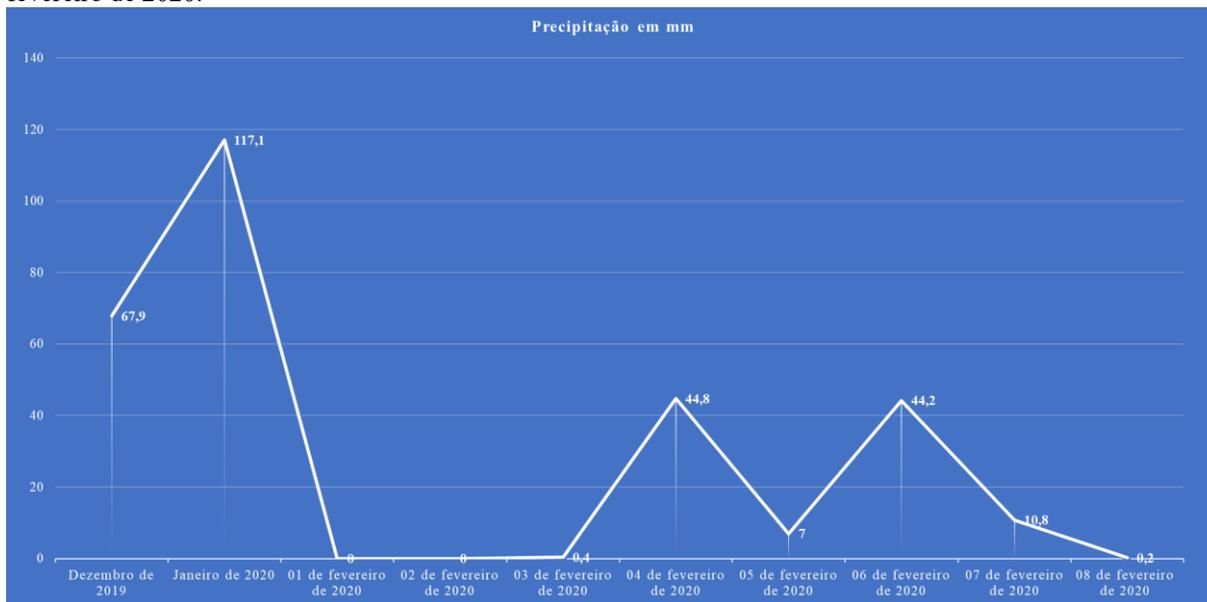


Fonte: Registro feito pelo Professor João de Deus Medeiros em 10 de setembro de 2019.

A partir deste episódio lamentável de degradação, e contando com a promessa do dono do equino em não mais utilizar a área para dessedentação de seu animal, monitorou-se a área quanto a perenidade dos afloramentos e quanto a regeneração natural da vegetação.

Em 11 de dezembro de 2019 o Professor Daniel de Barcellos Falkenberg em saída de campo da Disciplina Vegetação Litorânea do Sul do Brasil levou a turma de alunos do Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais na área objeto de estudo. Neste dia registrou-se razoável regeneração das espécies encontradas junto ao olho d'água sul, o mais danificado, em função da degradação de setembro. No entanto, o olho d'água sul encontrava-se seco, apresentando pela primeira vez comportamento intermitente. Os olhos d'água norte e central preservavam os afloramentos perenes sempre registrados desde as primeiras vistorias em novembro de 2018. Continuou-se monitorando as precipitações nos meses de dezembro de 2019, janeiro 2020 até o dia 08 (oito) de fevereiro de 2020. O acumulado de precipitação diária em dezembro foi de 67,9 mm, em janeiro 117,1 mm. Do dia 1º (primeiro) de fevereiro de 2020 até o dia 08 (oito) de fevereiro de 2020 o acumulado de precipitação foi de 107,4 mm (figura 61).

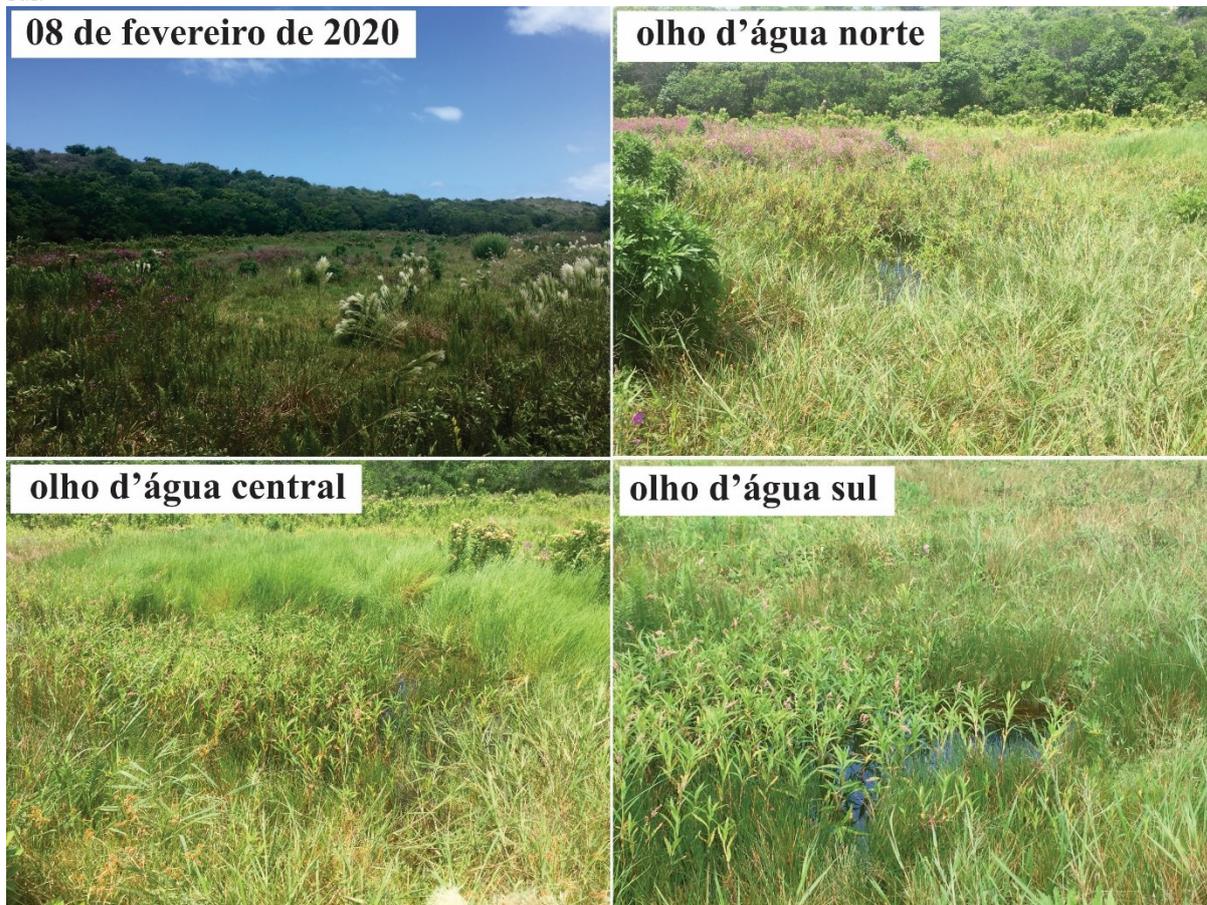
Figura 61 - Precipitação acumulada nos meses de dezembro 2019, janeiro de 2020 e nos primeiros 8 (oito) dias de fevereiro de 2020.



Fonte: Pluviômetro da Estação de Tratamento da Lagoa do Peri, CASAN (2019).

No dia 08 de fevereiro de 2020 vistoriou-se a área objeto de estudo constando-se alterações na paisagem em relação a fitofisionomia. Desde o início dos trabalhos o estrato herbáceo predominava de forma acentuada em relação ao estrato subarbustivo. No início de fevereiro percebeu-se um avanço na concentração de espécies subarbustivas, tanto daquelas típicas de áreas úmidas como de restinga seca para as áreas centrais da baixada úmida (figura 62). Quanto aos afloramentos registrou-se uma completa recuperação dos 3(três) olhos d'água (figura 62), inclusive do olho d'água sul o mais prejudicado pela degradação ocorrida em setembro de 2019.

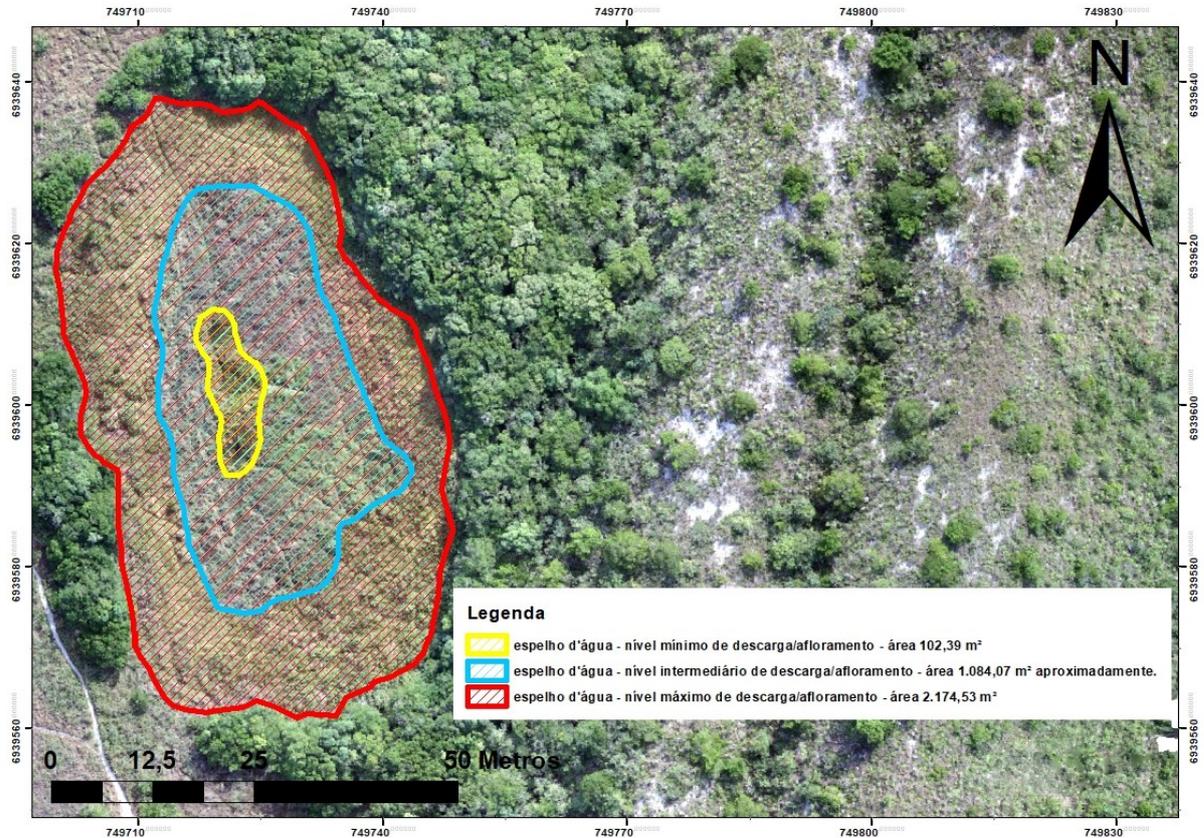
Figura 62 - As fotografias ilustram a fitofisionomia da área objeto de estudo (vista – noroeste para sul/sudeste) e a recuperação do espelho d'água, bem como da vegetação no entorno dos olhos d'água, em especial o olho d'água sul.



Fonte: Registro fotográfico realizado pelo autor.

Esta recuperação se deu tanto no sentido da vegetação adjacente aos olhos d'água como em parte do espelho d'água, o qual produziu uma lâmina d'água intermediária entre os níveis mínimos de descarga/afloramento e níveis máximos de descarga/afloramentos (figura 63).

Figura 63 - Representação da baixada úmida objeto de estudo e as respectivas delimitações das superfícies hídricas (espelho d'água) em nível mínimo, intermediário e máximo de descarga/afloramento das águas subterrâneas; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Ortomosaico produzido a partir do geoprocessamento das imagens de drone e topografia realizada na área objeto de estudo pelo autor.

A Asteraceae *Pluchea laxiflora* (figura 64) que até setembro de 2019 concentrava-se de forma reduzida somente a sudeste da área objeto de estudo (junto a transição com a restinga seca arbustiva), se distribuiu de forma uniforme pelas áreas de nível intermediário de descarga/afloramento (figura 64), inclusive junto aos olhos d'água.

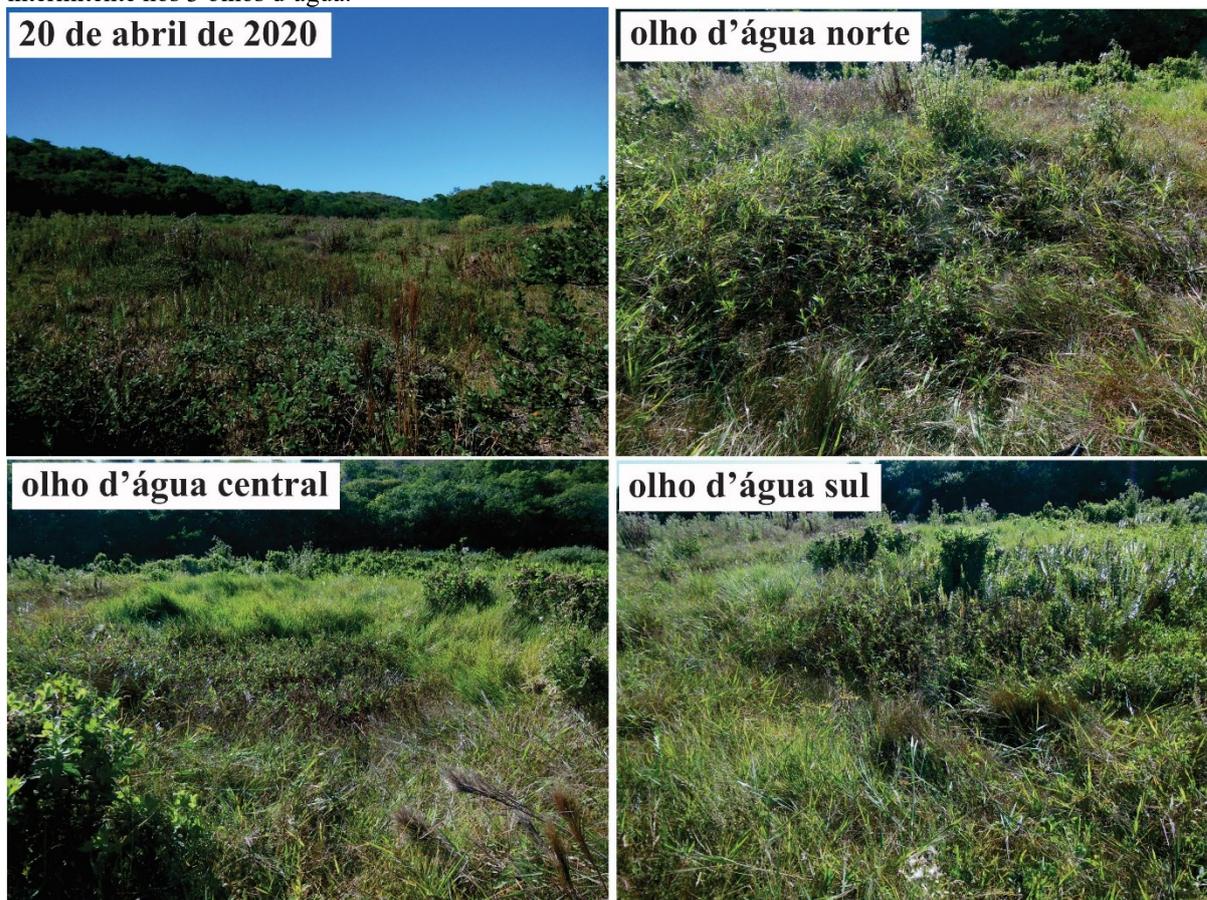
Figura 64 - *Pluchea laxiflora*.

Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

Em função da estiagem severa (extraordinária) que se abateu sobre o Estado de Santa Catarina nos meses de fevereiro, março e abril de 2020 buscou-se averiguar os dados de pluviometria do dia 09 (nove) de fevereiro até o dia 22 (vinte e dois) de abril. A precipitação diária acumulada registrada neste período pelo pluviômetro da CASAN localizado na Lagoa do Peri foi de 147,6 mm.

No dia 20 (vinte) de abril de 2020 em vistoria observou-se pela primeira vez desde o dia 25 de novembro de 2018 o comportamento intermitente (sem afloramento perene) nos 3 (três) olhos d'água (figura 65). A fitofisionomia também se alterou significativamente, tanto no avanço de espécies de restinga seca pela parte sul, como na substituição de uma dominância de estrato herbáceo pelo estrato subarbustivo. Ou seja, desde o início das observações a vegetação sempre apresentou dominância de espécies típicas de áreas úmidas no entorno imediato dos olhos d'água e nas áreas intermediárias desses com as bordas da área objeto de estudo. A fitofisionomia herbácea cobria a maior parte da baixada úmida estudada antes da ocorrência desta estiagem extraordinária.

Figura 65 - Alterações na paisagem quanto a fitofisionomia da área objeto de estudo e registro do comportamento intermitente nos 3 olhos d'água.



Fonte: Registro fotográfico realizado pelo mestrando.

A vistoria no local de estudo, realizada no dia 21 de abril, constatou a intermitência nos 3(três) olhos d'água. Nesta ocasião foram feitos furos de sondagem para medição do nível d'água do lençol freático. Após a abertura dos furos o mestrando retornou 48h depois ao local de estudo, ou seja, no dia 23, na companhia do colega geólogo para medir o nível d'água. A figura 66 registra os furos de sondagem nos 3 (três) olhos d'água. O nível d'água foi medido em 5cm no olho d'água norte, em 51cm no olho d'água central e 68cm no olho d'água sul.

Figura 66 - Medição do nível d'água em 23 de abril de 2020 nos furos de sondagem feitos em 21 de abril de 2020.



Fonte: Autor.

Foi detectado o rebaixamento no nível d'água do lençol freático, bem como o comportamento intermitente dos olhos d'água. A distribuição, a ocorrência e dominância das espécies da vegetação de restinga indicaram a continuidade da predominância do estrato herbáceo frente ao subarbustivo, porém com algum avanço deste último (estrato subarbustivo) no período de maior escassez hídrica registrada.

Foi registrado avanço pela parte sul da área objeto de estudo de espécies típicas de restinga seca como as Asteraceas *Erechtites valerianifolius* e *Mikania cordifolia*. Estas duas espécies não tinham sido registradas até o final do ano de 2019 dentro dos limites da baixada úmida estudada. A Asteraceae *Erechtites valerianifolius* (figura 67) apareceu em maior concentração a sudoeste do olho d'água sul em área intermediária entre a região central (entorno do olho d'água sul) e as bordas oeste e sudoeste da baixada úmida onde se encontram concentrações de *Tibouchina urvilleana*.

Figura 67 - *Erechtites valerianifolius*.

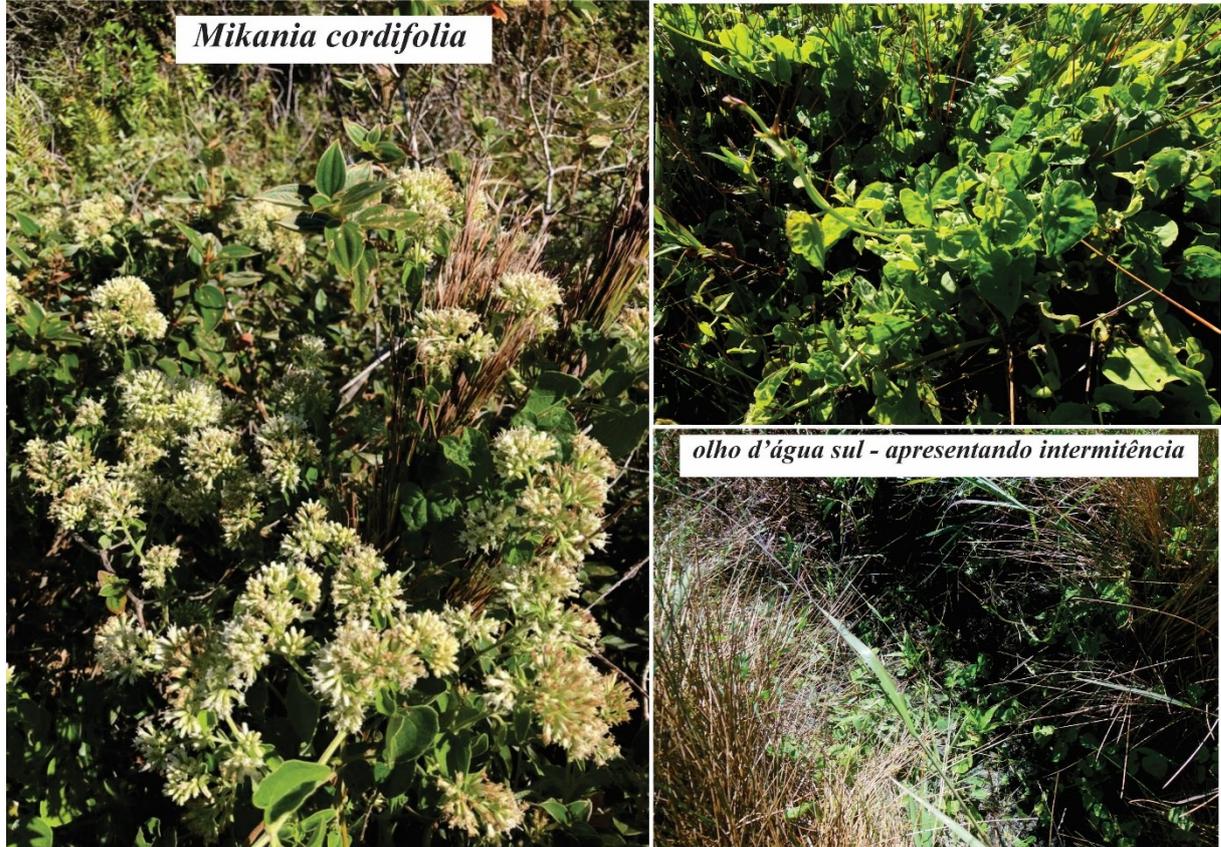


Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A *Mikania cordifolia* se distribuiu pela região sul/sudeste chegando inclusive ocupar o local correspondente ao olho d'água sul (figura 68). Em função de ser uma liana esta

Asteraceae avançou em parte sobre alguns subarbustos de *Tibouchina urvilleana* a sudoeste da área úmida.

Figura 68 - *Mikania cordifolia*.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A figura 69 apresenta o comparativo da distribuição/dominância ao sul/sudeste nas da baixada úmida quanto às espécies vegetais nas datas de 25 de novembro de 2018 e 21 de abril de 2020. Em novembro de 2018 percebia-se uma dominância de *Eleocharis ssp.* Em 21 de abril de 2020 na mesma área registrou-se o aparecimento da *Mikania cordifolia*. Na mesma figura é possível ver que a *Mikania cordifolia* avançou por cima das agonizantes *Eleocharis ssp.*

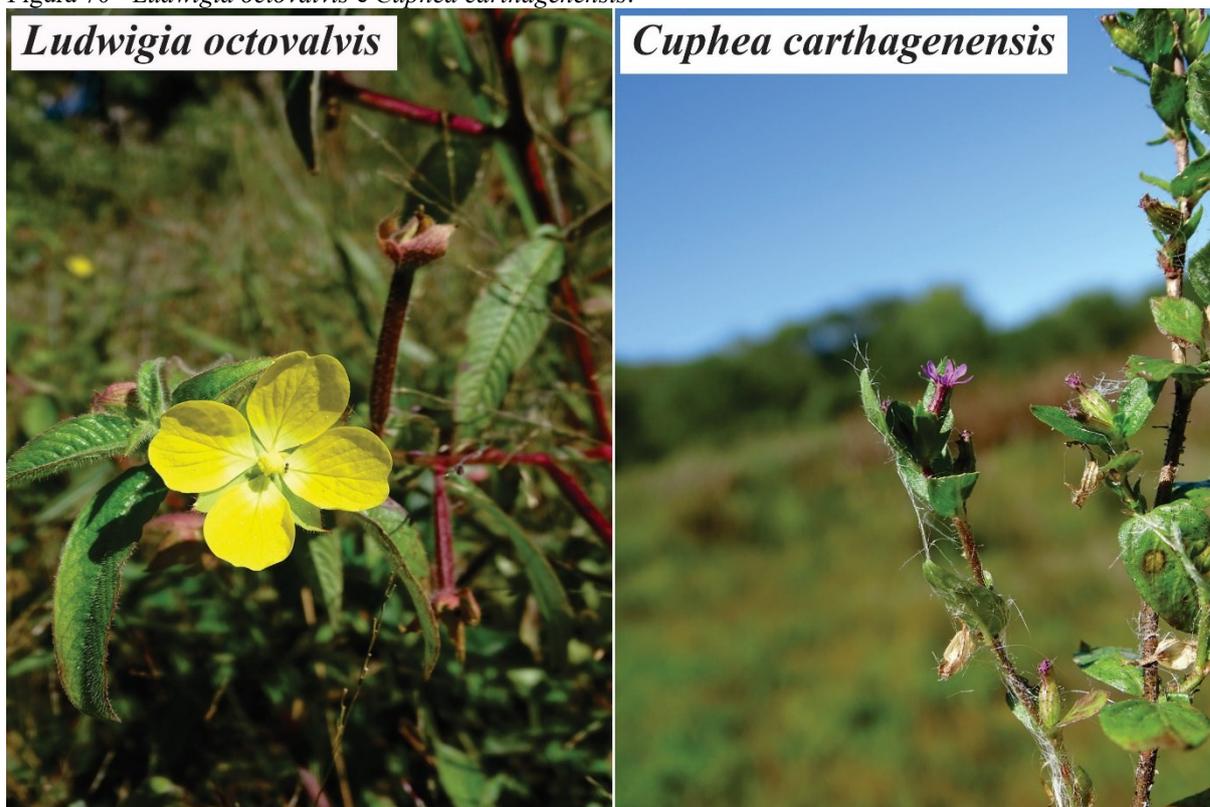
Figura 69 - Comparativo da distribuição/dominância ao sul/sudeste nas da baixada úmida quanto as espécies vegetais nas datas de 25 de novembro de 2018 e 21 de abril de 2020.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

No dia 21 de abril de 2020 registrou-se as espécies *Ludwigia octovalvis* e *Cuphea carthagenensis* (figura 70).

Figura 70 - *Ludwigia octovalvis* e *Cuphea carthagenensis*.

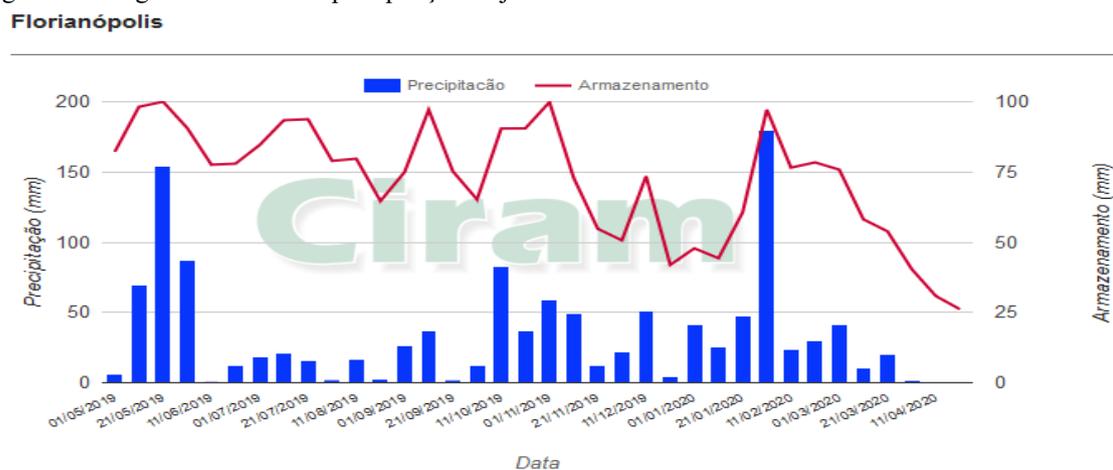


Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

### 5.6.1 Das alterações da paisagem quanto a fitofisionomia

A prorrogação do prazo para entrega dos resultados do trabalho dissertativo possibilitou que mais vistorias fossem realizadas, bem como a observância de como a área estudada se transformou a partir do início da diminuição do regime de precipitação regular esperada numa situação de normalidade climática. A partir de junho 2019 as chuvas diminuíram em relação ao esperado normalmente, situação que se agravou até a ocorrência da estiagem severa que se abateu sobre o Estado de Santa Catarina no início do ano de 2020. A figura 71 indica a baixa da precipitação desde junho de 2019. O déficit de precipitação é de 500 a 600 mm, ou seja 1/3 a menos que o normal (EPAGRI, 2020).

Figura 71 - Registro da baixa da precipitação de junho 2019 a abril de 2020.

**Topo**

A precipitação apresentada é a soma dos valores diários registrados em cada decêndio. O armazenamento de água no solo foi calculado a partir dos dados diários das estações pelo balanço hídrico. Como os resultados de armazenamento são diários, foram selecionados o último valor de armazenamento em cada decêndio.

Atenção: Os dados aqui apresentados são brutos, não validados.

Fonte: EPAGRI – Ciram.

Nos dois meses finais de 2018 e no primeiro semestre de 2019 existia uma uniformidade, bem como uma aparente estabilidade nas áreas de distribuição e dominância das espécies típicas de restinga encontradas em áreas úmidas, a fitofisionomia herbácea também predominava em relação a fitofisionomia subarbusciva. Para demonstrar o resultado destas observações selecionou-se parte dos registros fotográficos realizados durante as vistorias com vistas das paisagens tiradas nas mesmas posições em datas distintas. Os registros apresentados serão os seguintes: vista geral - noroeste para sul/sudeste; vista parcial - noroeste para nordeste e vista parcial - sudoeste para sudeste.

A figura 72 apresenta a vista geral – noroeste para sul/sudeste. Nas fotografias referentes as datas de 25 de novembro de 2018 e 12 de março de 2019 é possível visualizar a predominância de estrato herbáceo. Na fotografia de 8 de fevereiro de 2020 percebe-se significativa diminuição da fitofisionomia herbácea em relação a fitofisionomia subarbusciva. Registra-se também o avanço de espécies como a Poaceae *Andropogon bicornis*, a Melastomataceae *Tibouchina urvilleana* e a Asteraceae *Pluchea laxiflora* em áreas antes ocupadas por *Blechnum serrulatum* e *Eleocharis ssp.* Os registros de 23 de abril de 2020 testemunharam a alteração da paisagem da baixada úmida e da fitofisionomia de forma significativa e radicalmente inédita. O comportamento intermitente dos 3 (três) olhos d'água, bem como a constatação do rebaixamento do nível d'água do lençol freático oportunizaram que espécies como a Asteraceae subarbusciva *Erechtites valerianifolius*, nunca antes registrada dentro dos limites da área de estudo, se distribuíssem de forma agressiva principalmente na

metade sul. Esta situação diminuiu parte da área ocupada pela *Rhynchanthera cordata* a noroeste do olho d'água norte.

Figura 72 - Vista geral - noroeste para sul/sudeste da área de estudo.



Fonte: Autor.

A figura 73 registra a vista parcial – noroeste para nordeste. Nas fotografias de 25 de novembro de 2018 e 12 de março de 2019 percebe-se que a vegetação herbácea, cujas espécies de maior ocorrência são o *Blechnum serrulatum* e a *Eleocharis ssp.* Esta condição de predomínio de uma fitofisionomia herbácea frente a fitofisionomia subarbustiva começou a se alterar em função da estiagem e consequente rebaixamento do nível d'água do lençol freático. As fotografias de 08 de fevereiro de 2020 e 23 de abril de 2020 indicam não só as alterações quanto ao gradual avanço do estrado subarbustivo, mas também quanto ao desenvolvimento de espécies como *Tibouchina urvilleana* e *Erechtites valerianifolius*.

Figura 73 -Vista parcial - noroeste para nordeste.



Fonte: Autor.

A figura 74 registra a vista parcial - sudoeste para sudeste. Em 25 de novembro de 2018 testemunha-se uma concentração/dominância de *Blechnum serrulatum* e *Eleocharis ssp*, bem como a predominância de uma fitofisionomia herbácea. Algumas poucas Asteraceae como a *Pluchea laxiflora* concentravam-se a noroeste na transição com a duna. Na transição sul com a restinga arbustiva encontravam-se poucos subarbustos de *Tibouchina urvilleana*. A fotografia de 10 de maio de 2019 demonstra um avanço e crescimento das espécies *Pluchea laxiflora*, *Tibouchina urvilleana* e *Andropogon bicornis* sobre as áreas ocupadas por *Blechnum serrulatum* e *Eleocharis ssp.*, e o consequente início da substituição do estrato herbáceo pelo estrato subarbusivo. Em 12 de junho de 2019 a fitofisionomia composta por *Pluchea laxiflora*, *Tibouchina urvilleana* e *Andropogon bicornis* se estabelece frente a anterior dominância de *Blechnum serrulatum* e *Eleocharis ssp.* Ainda neste registro percebe-se o aparecimento da Asteraceae *Erechtites valerianifolius* inédita até então.

Figura 74 - Vista parcial - sudoeste para sudeste.



Fonte: Autor.

A figura 75 ilustra as mudanças na fitofisionomia e na paisagem da baixada úmida em função da estiagem extraordinária iniciada em junho de 2019 até final de abril de 2020. Percebe-se um aumento significativo da fitofisionomia subarbustiva por toda a baixada úmida, em maior concentração na metade sul da área objeto de estudo.

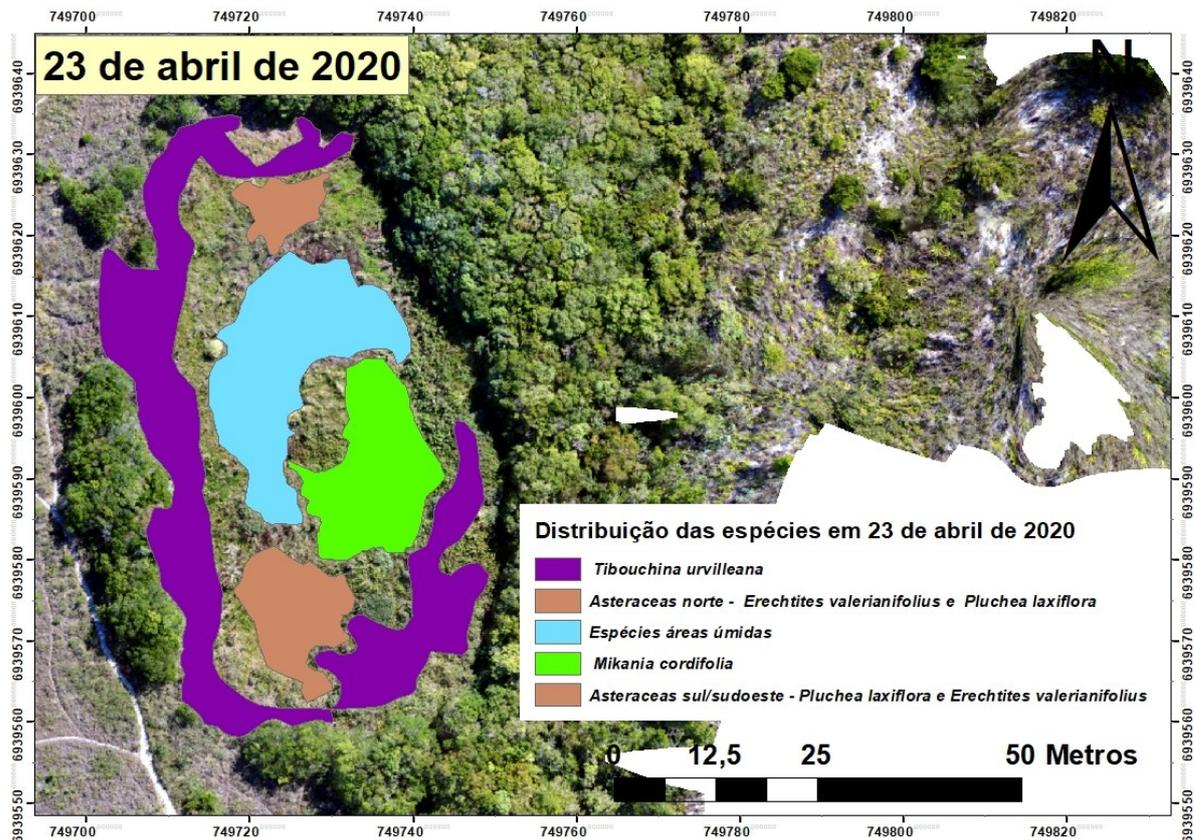
Figura 75 - Representação das mudanças na fitofisionomia e na paisagem da baixada úmida em função da estiagem extraordinária iniciada em junho de 2019 até final de abril de 2020; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Ortomosaico produzido pelo voo de drone realizado pelo mestrando em 23 de abril de 2020.

A figura 76 apresenta a vetorização da distribuição das principais espécies vegetais e respectivas concentrações na imagem aérea produzida em 23 de abril de 2020. Nos espaços não vetorizados, ou seja, sem a indicação das camadas na legenda, ocorrem tanto espécies indicadas na legenda como outras já indicadas no decorrer do trabalho. As camadas coloridas vetorizadas representam as maiores concentrações. Em função da dinâmica acelerada das alterações na fitofisionomia, em decorrência da estiagem extraordinária, a qual quebrou a aparente estabilização da vegetação herbácea típica de áreas úmidas encontradas em baixadas nas restingas, no intervalo de tempo entre novembro de 2018 até junho de 2019, percebeu-se um cenário de luta pela sobrevivência e competição por recursos, onde as espécies mais tolerantes a solos não-hidromórficos avançam sobre áreas anteriormente ocupadas por espécies adaptadas a solos hidromórficos.

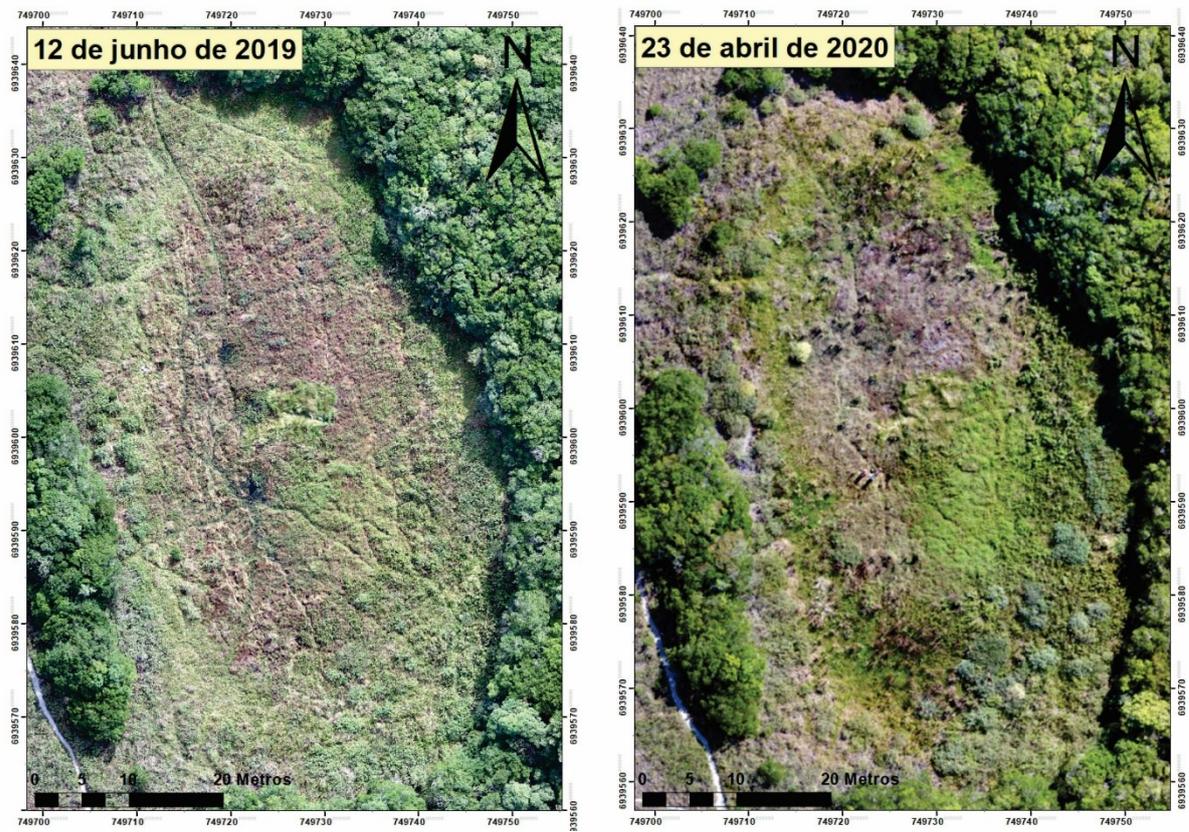
Figura 76 - Representação da distribuição das espécies em 23 de abril de 2020; Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Ortomosaico produzido pelo voo de drone realizado pelo mestrando em 23 de abril de 2020.

A figura 77 ilustra um comparativo entre as imagens aéreas produzidas em 12 de junho de 2019 e 23 de abril de 2020. Quanto as alterações referentes a fitofisionomia e a paisagem, fica evidente o avanço do estrato subarbustivo (23 de abril de 2020) frente ao estrato herbáceo (12 de junho de 2019).

Figura 77 - Comparativo da fitofisionomia e da paisagem entre as imagens aéreas de 12 de junho 2019 e 23 de abril de 2020. Produto gráfico georreferenciado em Datum SIRGAS 2000, projeção UTM, zona 22S.



Fonte: Ortomosaicos produzidos pelos voos de drone realizados pelo mestrando em 12 de junho 2019 e em 23 de abril de 2020.

## 6 DISCUSSÃO

Como demonstrado no levantamento teórico, existem situações jurídicas/ambientais que necessitam de aprimoramentos interpretativos para uma assertiva aplicação da norma a uma realidade fática específica. Em função de ocorrerem ruídos semânticos e técnicos estas peculiaridades ambientais devem ser estudadas de forma pormenorizada. Seria uma ingenuidade jurídica e científica acreditar, ainda que de boa-fé, que todas as nuances e especificidades existentes nos ecossistemas pudessem ser emolduradas em um diploma legal ou em uma única teoria científica de forma definitiva e estabilizada. Este é o caso do conjunto de regimes jurídicos de proteção que atingem o tipo de baixada úmida estudada neste trabalho dissertativo. As especificidades dos bens ambientais protegidos pelo ordenamento jurídico brasileiro encontrados nos ambientes úmidos revelam a necessidade de aplicação de metodologias, estudos e análises para a correta transposição didática dos fenômenos ecológicos, geológicos, hidrológicos e vegetacionais existentes para a tipicidade da baixada úmida em comento. A perfectibilização do avanço interpretativo, no qual se extrairá o sentido da norma para aplicação da devida subsunção ao tipo de baixada úmida analisada só pôde ser feito por meio da interface ciência e direito.

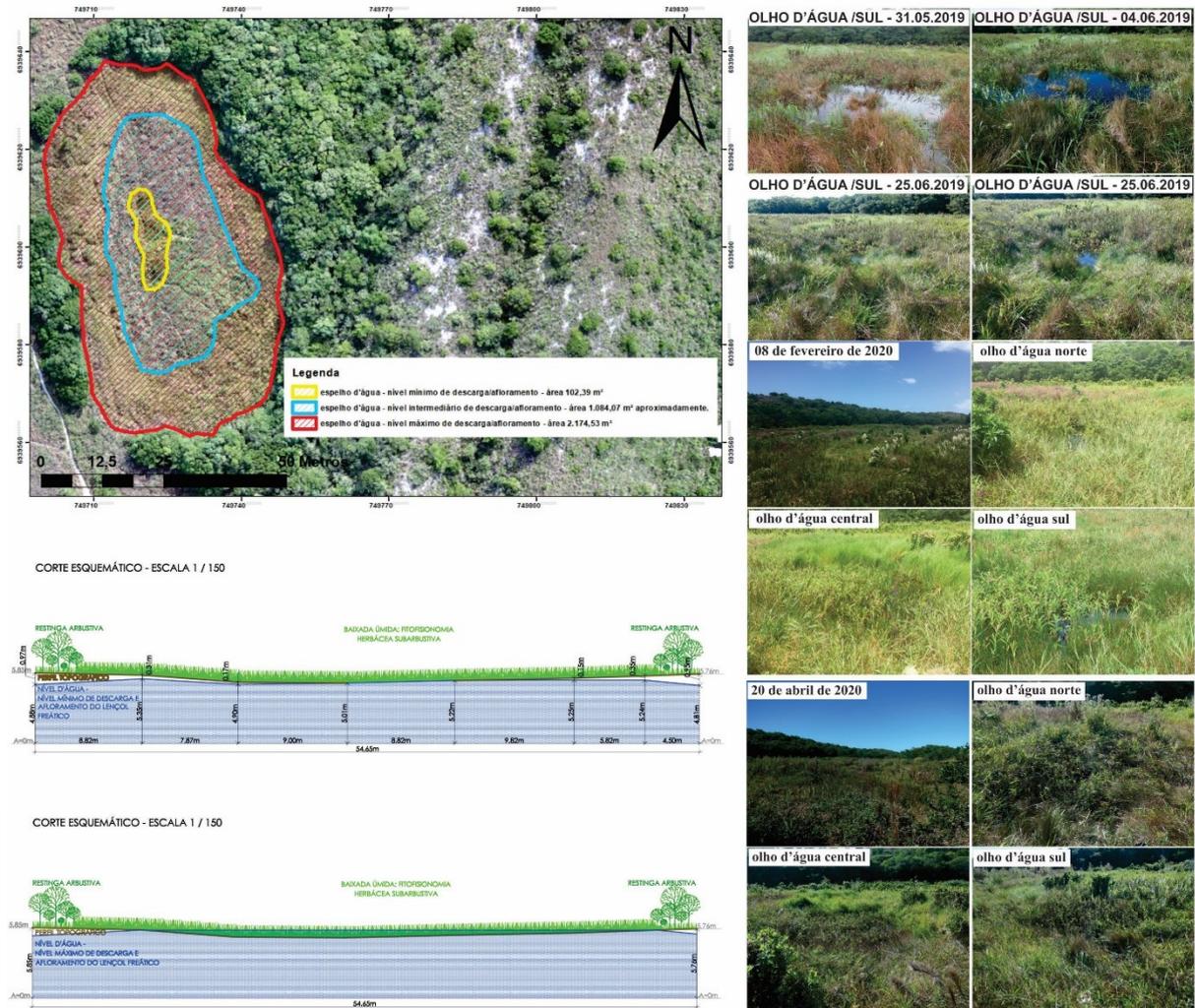
### 6.1 DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA PALEOLAGOA, DOS REFLEXOS DAS DESCARGAS/AFLORAMENTOS DO LENÇOL FREÁTICO NAS DIMENSÕES DAS SUPERFÍCIES HÍDRICAS E DA FORMAÇÃO DE SOLOS COM SINAIS DE HIDROMORFISMO.

A área úmida em análise revelou ser uma paleolagoa pleistocênica originada por meio do sistema deposicional *Laguna-barreira – III* (TOMAZZELLI et al., 2005), a qual originalmente compunha um sistema lagunar/paludial formado, retrabalhado e transformado geologicamente por eventos transgressivos-regressivos do oceano Atlântico. Ocorre que esta paleolagoa encontra-se em fase terminal (agonizante) quanto a manutenção de um espelho de água perene. Em função de um processo de sedimentação/colmatação - acompanhado por períodos de rebaixamentos e elevações do lençol freático, os quais promoveram pulsos de inundação, espaçados em hidroperíodos dentro do lapso da janela temporal quaternária recente - formaram-se nas áreas centrais, de menor altimetria, 3 olhos d'água, os quais testemunham os gradientes altimétricos do microrrelevo da antiga lagoa, hoje baixada úmida.

Estes 3 (três) pontos de afloramento, nos dias de hoje, provocam oscilações nas dimensões das superfícies hídricas de acordo com a recarga do lençol freático ocorrida a partir das áreas de

contribuição em ocasião das precipitações e das consequentes infiltrações da água no solo, as quais percorrem, por veias subterrâneas, das altimetrias mais altas o gradiente hidrológico até aflorarem nas áreas centrais de menor altimetria na baixada úmida objeto de estudo. Este fenômeno sazonal - dependente de variáveis climáticas e físicas - compõe parte do ciclo hidrológico local e revela a primeira lacuna técnica/jurídica a ser solucionada: Onde inicia a medição das dimensões das áreas de preservação permanente em raio mínimo de 50m para este tipo de olho d'água? Esta questão não deve ser respondida neste momento, somente daqui alguns parágrafos adiante. A memória hidrológica da paleolagoa proporciona, em ocasião dos fenômenos de altas precipitações diárias acumuladas, um resgate do provável espelho d'água original pleistocênico, o qual foi definido nos resultados da pesquisa de campo como nível máximo de descarga/afloramento. Em eventos de moderadas ou regulares acúmulos de precipitações diárias o espelho d'água adquire um nível intermediário de descarga/afloramento. Nos períodos de estiagem o espelho d'água concentra-se nos arredores dos 3 (três) olhos d'água representando o nível mínimo de descarga/afloramento. Este era o cenário esperado e monitorado desde novembro de 2018 até a conclusão do trabalho dissertativo. Em todo momento das vistorias e trabalhos em campo, acreditava-se na perenidade dos afloramentos do lençol freático por meio dos 3 (três) olhos d'água, ou seja, ainda que em períodos de estiagem, um pequeno espelho d'água de dimensões reduzidas formava-se no entorno imediato dos referidos pontos de afloramento. No entanto, a prorrogação dos trabalhos dissertativos, coincidiram com a estiagem severa, extraordinária, que se abateu sobre o Estado de Santa Catarina. Este fenômeno provocou o rebaixamento do nível d'água de muitas lagoas costeiras, algumas perdendo o espelho d'água em sua totalidade, como foi o caso da Lagoa da Chica em Florianópolis e da Lagoa das Capivaras no Município de Garopaba. Em função desta estiagem extraordinária, pela primeira vez, foi observado o fenômeno de intermitência nos 3 (três) olhos d'água (norte, central e sul) em vistoria realizada em 20 de abril de 2020. A figura 78 apresenta um conjunto ilustrativo composto por mapa indicando as dimensões das superfícies hídras (espelho d'água) de acordo com os níveis de descarga/afloramentos, fotografias em datas distintas as quais testemunham os pulsos de inundação das superfícies hídras a partir dos olhos d'água, bem como a intermitência extraordinária ocorrida no mês de abril. A figura 78 também apresenta corte esquemático dos níveis máximo e mínimo de descarga/afloramento do lençol freático e a relação com o microrrelevo da paleolagoa, este produto gráfico é a soma correlacionada das medições topográficas com o mapeamento piezométrico realizado na baixada úmida.

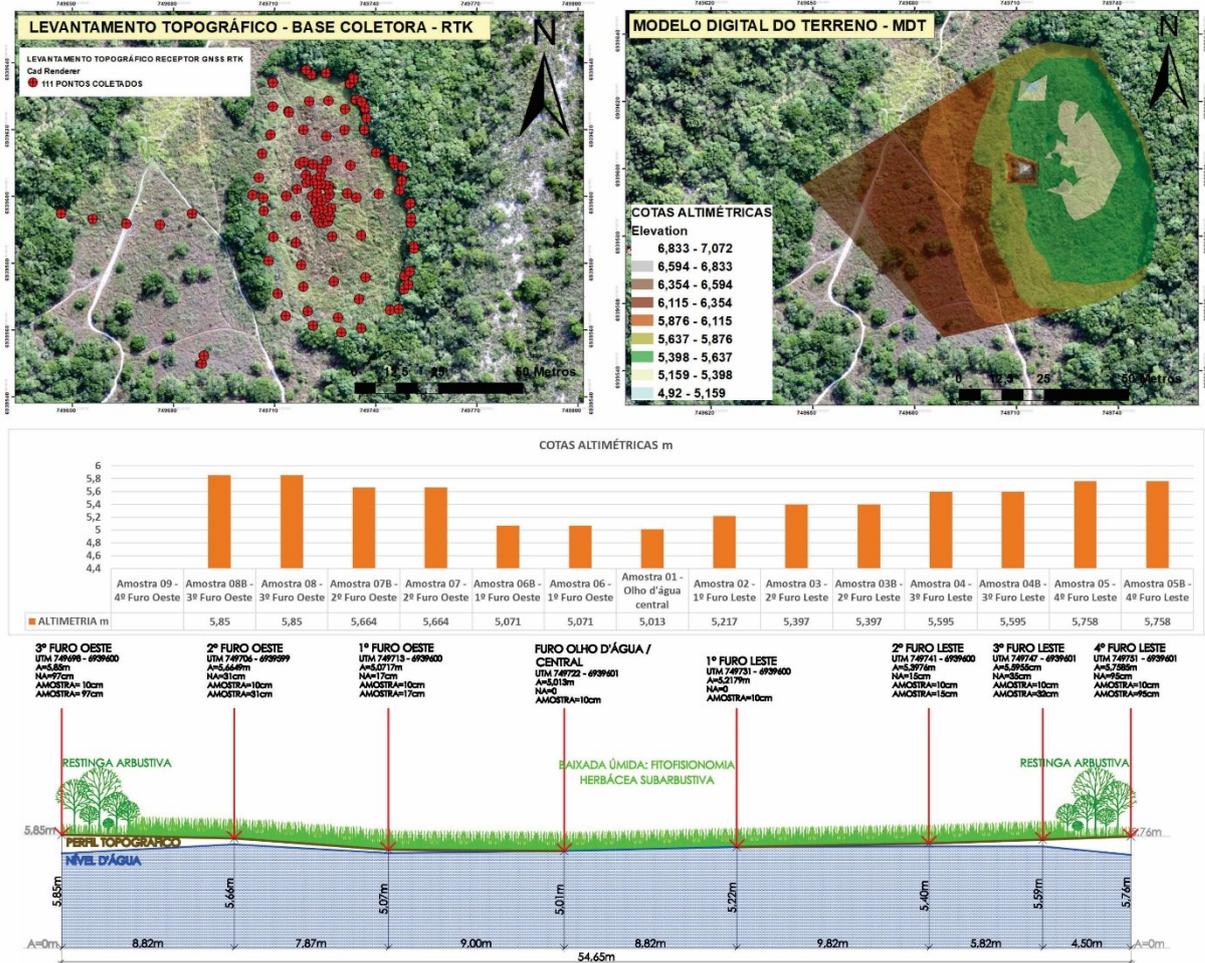
Figura 78 - Conjunto de figuras, mapas e ilustrações já apresentadas nos resultados para demonstrar a dinâmica hidrológica da baixada úmida objeto de estudo.



Fonte: Autor.

O levantamento topográfico revelou as correlações do microrrelevo com o comportamento das descargas/afloramentos do lençol freático, e a consequente influência nas oscilações das dimensões do espelho de água na baixada. O modelo digital do terreno produzido mostrou que ocorre uma variação centrípeta nas altimetrias das bordas da baixada para o centro da baixada de, 5,87m e 4,92m respectivamente. Este detalhado levantamento pode corroborar com uma possível e assertiva validação da hipótese de que o conjunto dos fenômenos hidrológicos, já apresentados, pode influenciar na formação de solos com sinais de hidromorfismo em função do nível d'água (NA) do lençol freático, juntamente com o acúmulo de matéria orgânica na superfície (horizonte A). A figura 79 apresenta um conjunto de ilustrações: 1- mapas dos pontos do levantamento topográfico e do modelo digital do terreno – MDT; 2 – Gráfico das altimetrias do microrrelevo; 3 – Corte esquemático de representação dos furos de sondagem - com as devidas cotas altimétricas - para coleta de amostras de solo e para o mapeamento do nível d'água do lençol freático.

Figura 79 - Conjunto de mapas, gráfico e corte esquemático, já apresentadas nos resultados, para demonstrar a relação do microrrelevo com as oscilações do espelho d'água e da saturação do solo na baixada úmida objeto de estudo.



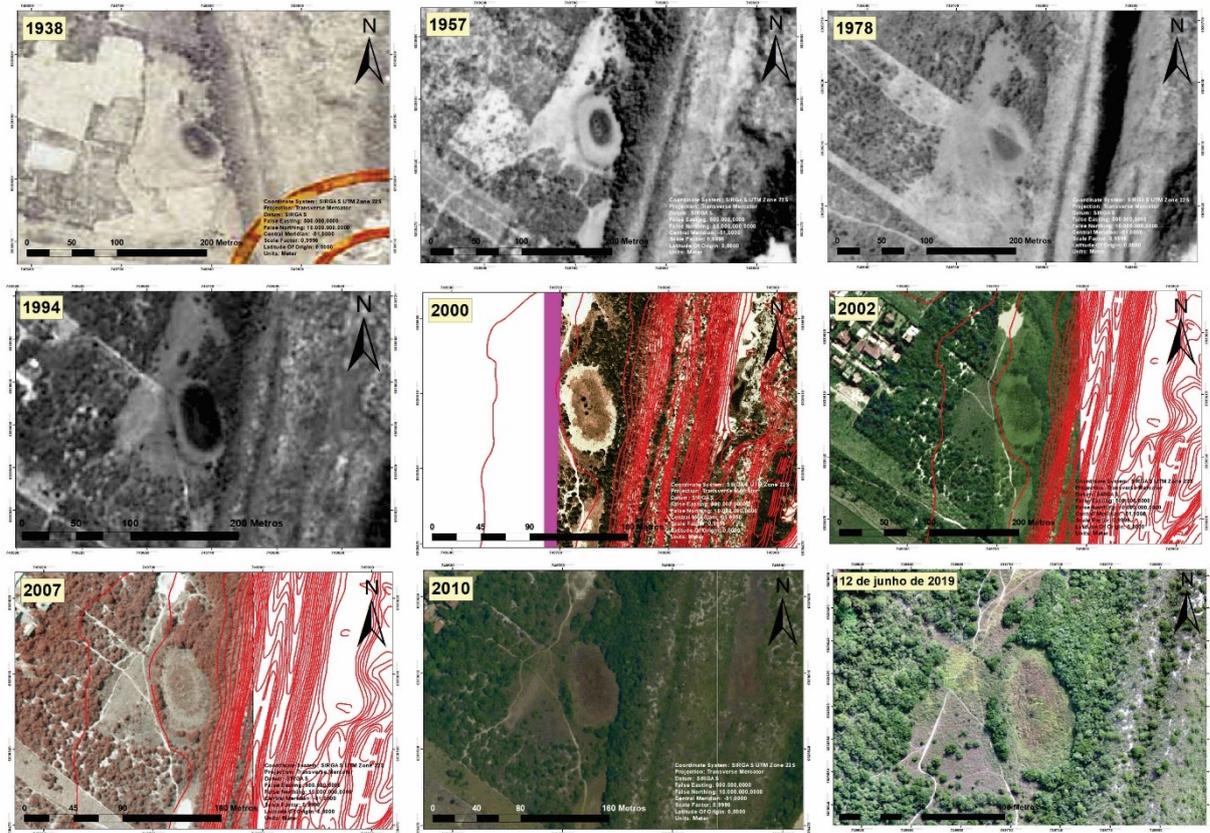
Fonte: Autor

A análise da paisagem referente a baixada úmida estudada, a estabilidade da topografia do formato da paleolagooa, bem como os eventos de oscilações nas dimensões hídricas do espelho d'água, podem ser observados por meio da fotointerpretação e do geoprocessamento de imagens aéreas históricas e recentes dos últimos 82 anos. A figura 80 indica que não ocorreram alterações significativas quanto as dimensões das bordas, o que sugere mais uma possível validação para o caráter cíclico dos pulsos de inundação e dos períodos de seca influenciados pela topografia. Guasselli (2005) sugere a análise da paisagem ecológica por meio de ferramentas de geotecnologia para o estudo da distribuição das macrófitas nas áreas úmidas de banhado:

Nos últimos anos tem sido retomada a análise da paisagem, sob o enfoque geográfico e de ecologia da paisagem. Estas abordagens buscam caracterizar a distribuição espacial atribuindo índices para a análise dos fenômenos estudados. Dentre estes, destaca-se, neste estudo, o índice que mede a variação espacial e temporal da distribuição da vegetação de macrófitas aquáticas no banhado do Taim. **Esse retorno ganha com o uso das imagens de satélite e das ferramentas de geoprocessamento,**

viabilizando e tornando mais dinâmica a análise com uma abordagem e temporal dessa variação (grifo nosso).

Figura 80 - Conjunto de imagens aéreas históricas e recentes ilustrando a paisagem ecológica da baixada úmida estudada nos últimos 82 anos.



Fonte: Mosaico formado por conjunto de figuras resultado do geoprocessamento.

Este conjunto do meio físico, até o momento comentado, convida para uma análise de como os sistemas geológicos, hidrológicos e pedológicos podem condicionar o “*clímax climático*” (BRESOLIN 1979) da vegetação da “Hidrossera de água doce - helossera”, conforme definido por Reitz (1961) neste ambiente úmido de restinga.

Os resultados das análises do solo iniciam a discussão ecológica referente a interface do meio físico com o meio biótico na baixada úmida. Em função da concentração de matéria orgânica nas áreas centrais, intermediárias e superficiais da paleolagoa, as quais correspondem a região de saturação hídrica influenciadas pela baixa altimetria do microrrelevo, é possível sugerir a existência de solos com sinais de hidromorfismo ainda que em horizontes e pacotes de poucos centímetros de profundidade. O critério proximidade do nível d’água do lençol freático da superfície, promovendo a saturação hídrica, não deve ser o único parâmetro, ainda que importante, para determinação assertiva da existência de solos com sinais de hidromorfismo em uma determinada área:

A altura do lençol freático, dadas variações em sua periodicidade e da sua frequência é difícil de se prever e de se usar como indicador. Daí, quase sempre os indicadores

de condição de redução têm o lençol freático mais como um elemento explicativo do que como indicador. **Isto é, para que haja redução, é preciso que o lençol freático esteja alto e a água parada** e o tempo é uma variável ainda não conhecida (CAMPOS et al., 2003, grifo nosso).

Ainda que a euforia da possibilidade de todas as hipóteses levantadas neste trabalho dissertativo, possam ser confirmadas pelas análises apresentadas até o momento, a questão da ocorrência de solos hidromórficos na baixada úmida será sugerida com cautela, utilizando os resultados das concentrações de matéria orgânica decorrentes das análises de solo comparando-os com o entendimento de Navarra et al. (1980) para solos das baixadas litorâneas:

Em geral esses solos pertencem à grande família dos solos hidromórficos caracterizados pelo encharcamento e pela influência do lençol freático, muito superficial, que origina uma acumulação de matéria orgânica nos horizontes superiores (NAVARRA et al., 1980).

As análises de solo indicaram acumulação de matéria orgânica nos horizontes superiores, o que está em conformidade com indicado no artigo de Navarra et al. (1980), bem como alinha-se com o conjunto conceitual colhido no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). Ou seja, trata-se de Gleissolos com horizonte diagnóstico superficial hístico. Abaixo apresenta-se um conjunto de transcrições da obra Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018) para posterior discussão e entrelaçamento com os resultados de campo e com os resultados das análises de solo:

#### **Gleissolos**

**Base** – hidromorfia expressa por forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.

**Conceito** – compreendem solos minerais, hidromórficos, que apresentam horizonte glei dentro de 50 cm a partir da superfície ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização) ou **de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos**. Não apresentam textura exclusivamente arenosa em todos os horizontes dentro dos primeiros 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário, tampouco horizonte vértico em posição diagnóstica para Vertissolos. Horizonte plânico, horizonte plíntico, horizonte concrecionário ou horizonte litoplíntico, se presentes, devem estar à profundidade superior a 200 cm a partir da superfície do solo. **Os solos desta classe se encontram permanente ou periodicamente saturados por água**, salvo se artificialmente drenados. **A água permanece estagnada internamente ou a saturação ocorre por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície**. Caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período (grifei).

**São solos que ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea**, arbustiva ou arbórea.

#### **Horizonte hístico**

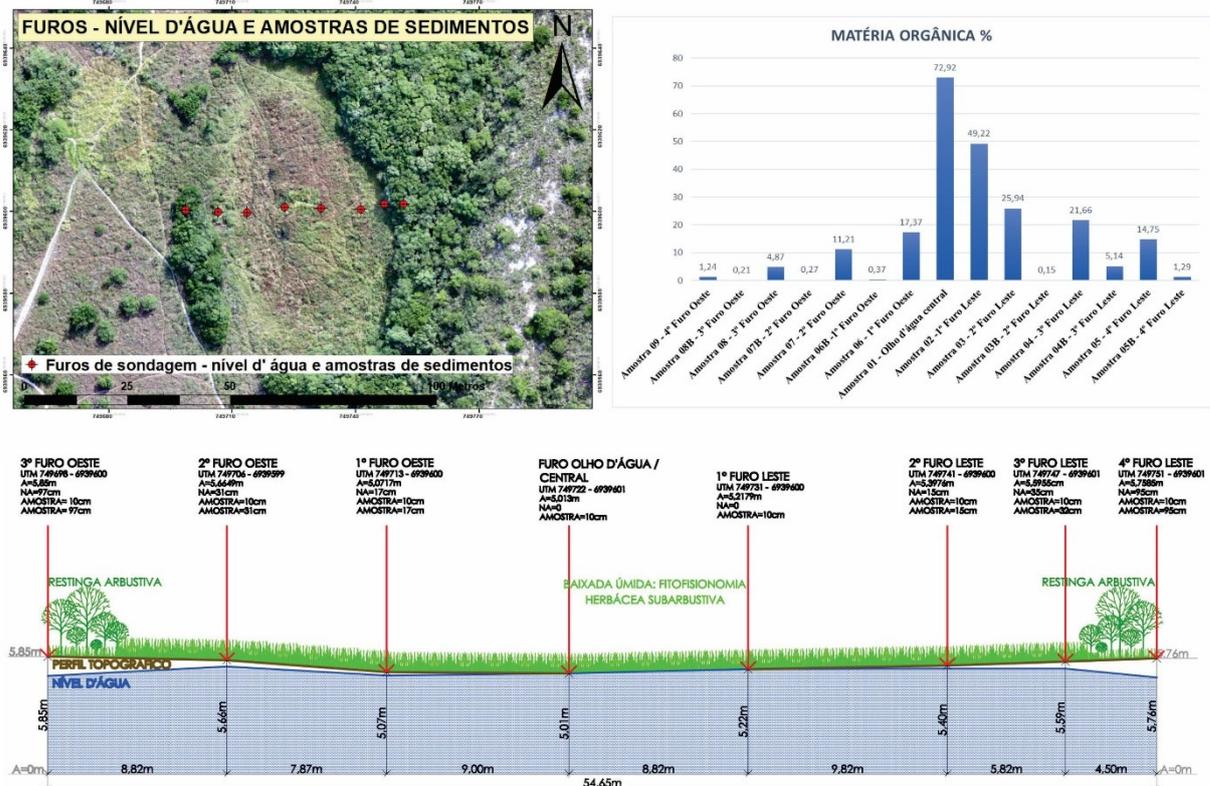
É um tipo de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada em que predominam características relacionadas ao elevado teor de matéria orgânica. **É resultante de acumulações de resíduos vegetais, em graus variáveis de decomposição, depositados superficialmente**, ainda que, no presente, possa encontrar-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais e mesmo camadas orgânicas mais recentes (grifo nosso).

Os resultados das análises do solo realizados pelo Laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Estudos do Mar – NEMAR aderem ao conjunto característico apresentados até o momento no artigo de Navarra et al. (1980) e pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Os sedimentos estudados, de modo geral, são constituídos por frações quartzosa, acompanhadas de matéria **orgânica particulada grosseira**. Das 15 amostras tratadas, duas são totalmente orgânicas. Nesse sentido, vimos que as **amostras 01 e 02**, são compostas na sua totalidade por restos de vegetação herbácea e/ou subarbuscular local, provavelmente, retidas aqui em função de uma geomorfologia mal drenada e/ou inundável. Vimos frações herbívoras de até 7,0cm de comprimento X 0,5cm de espessura, ainda verde, e outras em vários estádios de intemperismo, exibindo vários tons de marrom, entremeados por frações menores de coloração preta. As demais amostras são constituídas por fragmentos de rochas quartzosa, retrabalhada, esbranquiçada, impregnadas por pequenas quantidades de material orgânico, recente, grosseiros, claro amarronzado, entre outras frações menores mais castigada pelos agentes de decomposição, na cor preta. As partículas finas são restos de materiais vegetais particulados e/ou dissolvidos, acompanhado em menor escala, por silicatos às vezes contendo ferro, que mostraram uma solução de água e sedimento nas cores marrom avermelhado, algumas vezes, manchados de preto. (Relatório final granulometria de sedimentos e teor de matéria orgânica – NEMAR, 2019, grifo nosso).

A figura 81 apresenta um conjunto de figuras correspondentes a distribuição do gradiente de concentração de matéria orgânica presente no horizonte superficial hístico da paleolagoa, bem como a relação com o nível d'água (NA) do lençol freático medido em 25 de junho de 2019 após estiagem de 21 dias. Percebe-se na figura 81 que o gradiente de matéria orgânica acompanha o gradiente do nível d'água (NA) do lençol freático, bem como o gradiente altimétrico do microrrelevo. Ou seja, as maiores concentrações de matéria orgânica, encontram-se nas regiões centrais e intermediárias, as quais correspondem as cotas altimétricas mais baixas e aos níveis d'água 0 (zero) e aos níveis d'água há poucos centímetros da superfície. Os furos a leste do olho d'água central (figura 81) e o Modelo Digital do Terreno - MDT (figura 79) testemunham uma sutil inclinação do microrrelevo da região central da baixada úmida para leste em direção a duna fixa pleistocênica.

Figura 81 - Conjunto de figuras representando a relação do microrrelevo com as concentrações superficiais de matéria orgânica, bem como com o nível d'água do lençol freático.



Fonte: Autor.

A figura 82 ilustra os furos de sondagem realizados em 21 de abril de 2020 nos 3 (três) olhos d'água, sendo que a medição do nível d'água do lençol freático foi feita no dia 23 de abril de 2020. Ainda que o comportamento intermitente tenha ocorrido em função da estiagem extraordinária nos olhos d'água, esta sondagem demonstrou que o lençol freático se encontrava próximo da superfície nas áreas centrais da paleolagoa. Outro detalhe importante é a diferença dos níveis d'água, o que indica uma inclinação no rebaixamento do lençol freático de norte para o sul da área objeto de estudo. Este rebaixamento mais acentuado do nível d'água da metade sul teve influência significativa no avanço de espécies herabáceas/subarbusivas típicas de restingas secas como a *Pluchea laxiflora*, *Erechtites valerianifolius* e *Mikania cordifolia* pelo flanco sul da baixada úmida. De toda sorte, mesmo com este rebaixamento ainda foi possível observar os horizontes superficiais contendo significativas evidências de acumulações de resíduos vegetais, em graus variáveis de decomposição, depositados superficialmente, característica do horizonte hístico em solos com sinais de hidromorfismo (EMBRAPA, 2018).

Figura 82 - Furos de sondagem para averiguação do nível d'água do lençol freático nos 3 (três) olhos d'água.

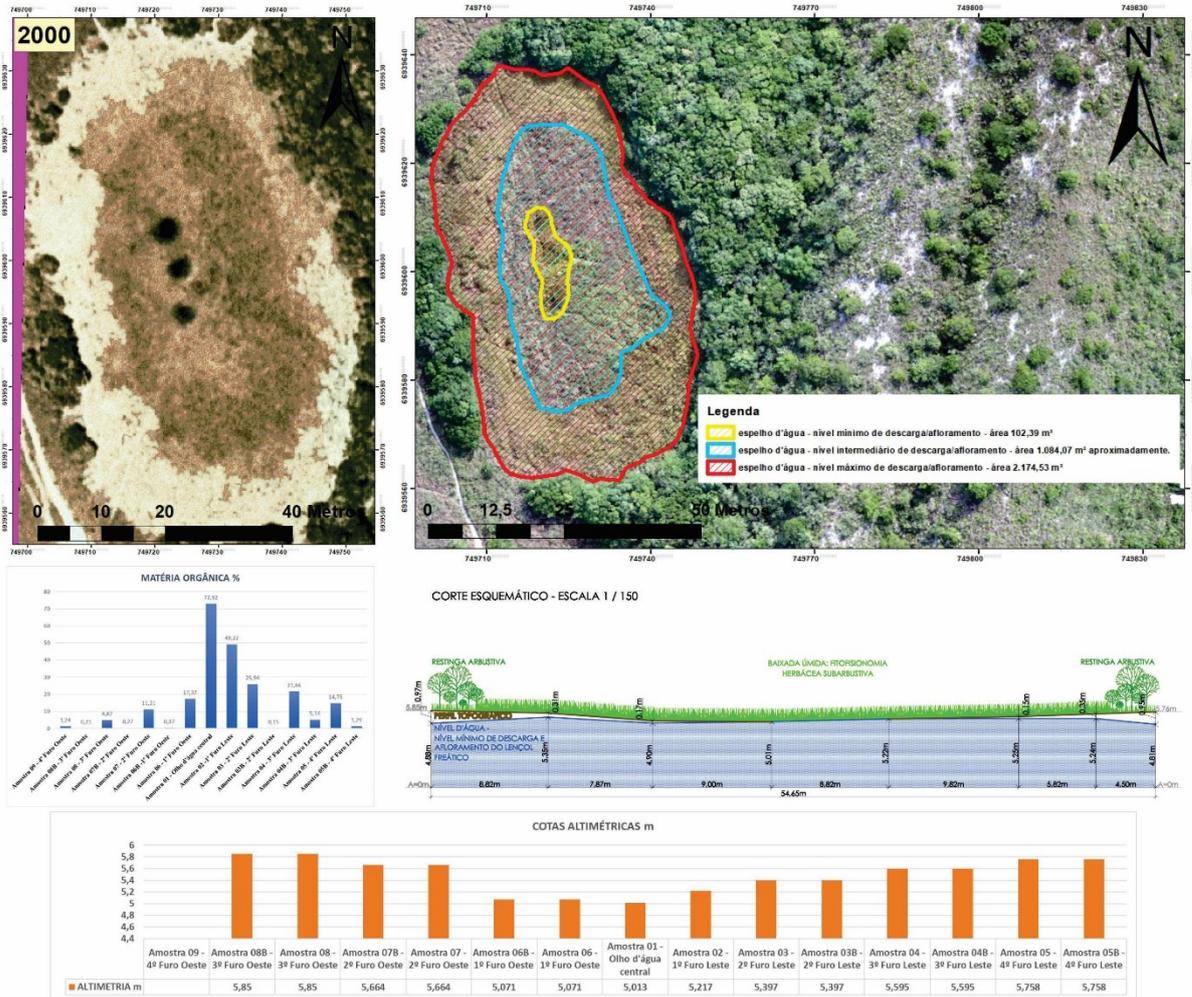


Fonte: Autor.

A figura 83 ilustra mais uma tentativa de validação da existência de solos com sinais de hidromorfismo e as conseqüentes relações com as altimetrias do microrrelevo, com o nível d'água do lençol freático, com os pulsos de inundação (os quais influenciam nas dimensões das áreas do espelho d'água) bem como com as relações das concentrações de matéria orgânica nas áreas centrais da baixada úmida. A arerofoto de 2000 (figura 83), provavelmente registrada em um período de estiagem, revela por fotointerpretação, que nas áreas centrais e intermediárias da baixada úmida, o padrão de reflectância corresponde a maiores concentrações de matéria orgânica associada a possíveis saturações hídricas. Já nas áreas correspondentes as bordas da paleolagoa observa-se um padrão de reflectância claro característico de solos arenosos de restinga expostos a maiores drenagens. Estas relações sugerem significativas influências na distribuição das espécies indicadoras encontradas, bem como no caráter cíclico de alternância na dominância de espécies herbáceas/subarbustivas típicas de baixadas úmidas. Esta memória hidrológica está associada aos fatores condicionantes para o desenvolvimento e manutenção de espécies herbáceas observado por Castellani et al. (1995) conforme transcrição abaixo:

As variações estruturais de riqueza e abundância das espécies observadas nas 3 áreas, ao longo dos anos estudados, parecem estar ligadas às alterações de pluviosidade e dinâmica do lençol freático. Este caráter dinâmico da comunidade em estudo está de acordo com o observado por LAAN (1979) e também relatado por CHAPMAN (1976), **reforçando que comunidades de baixadas úmidas de dunas têm variações temporais influenciadas pelo nível do lençol freático, não figurando tais variações como um processo sucessional, que é mais direcional, e sim como mudanças de caráter mais cíclico. Variações estruturais similares são descritas para outras formações vegetais herbáceas (grifo nosso).**

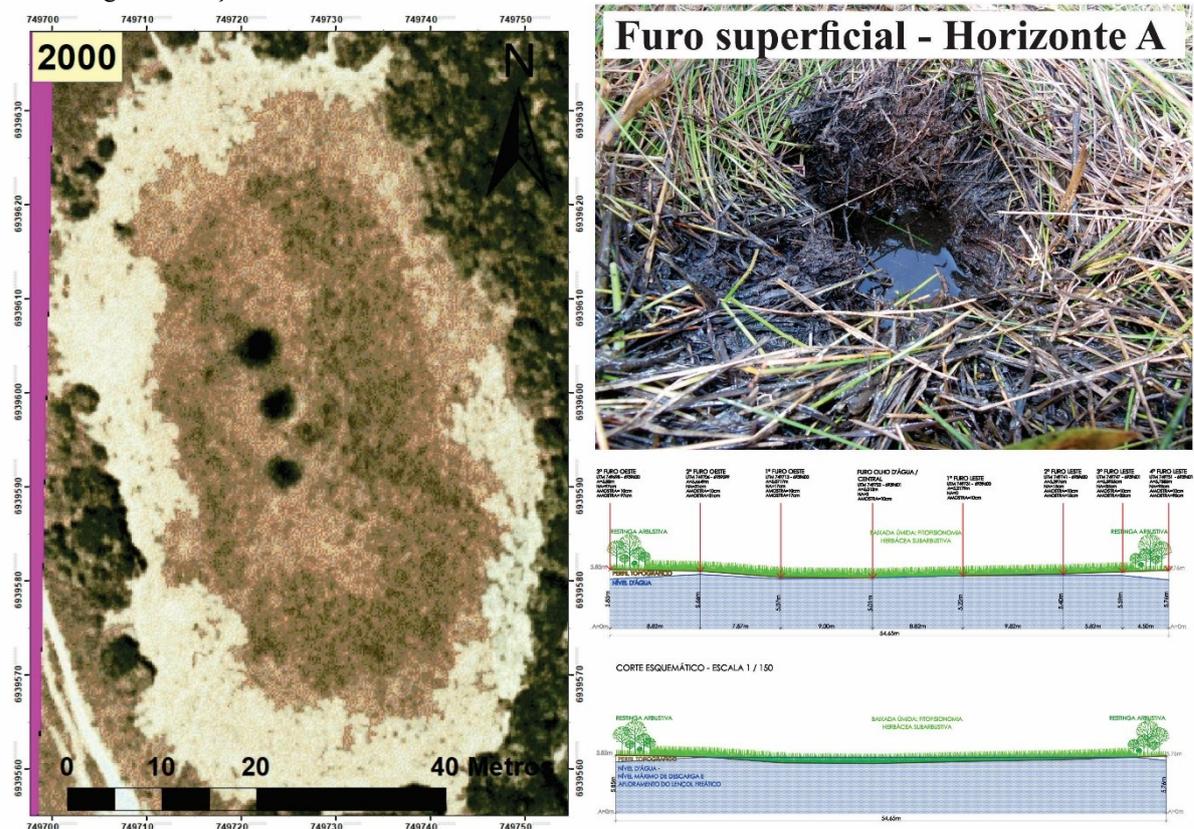
Figura 83 - Conjunto de figuras ilustrando aspectos correlacionados do microrrelevo, do nível d'água do lençol freático, das concentrações de matéria orgânicas e das dimensões das superfícies hídricas do espelho d'água.



Fonte: Autor

O Padre Raulino Reitz (1961) ao descrever a etapa das ciperáceas relacionou a ocorrência de espécies como as ciperáceas *Eleocharis interstincta* e *Eleocharis laevigulumis* com a formação/concentração de matéria orgânica no solo: “*Preferem as ciperáceas trechos de banhados relativamente rasos que chegam mesmo a secar em grandes estiagens. Estes lugares no entanto são bastante ricos em matérias orgânicas em decomposição procedentes quer em plantas mortas locais, quer de plantas arrastadas pelos rios*” A figura 84 apresenta a amarração didático/científica proposta por Reitz (1961) aos dados levantados neste trabalho dissertativo, em especial a fotografia do furo superficial (furo superficial – horizonte A) feito na área central da baixada úmida onde a dominância das espécies caracteriza-se pelas ciperáceas *Eleocharis interstincta* e *Eleocharis laevigulumis*. Nesta fotografia também se registra a saturação hídrica superficial, bem como as concentrações de matéria orgânica no horizonte hístico.

Figura 84 - Conjunto de ilustrações, figuras e fotografia para correlação entre as áreas de distribuição das ciperáceas na baixada úmida, a concentração de matéria orgânica nos horizontes superficiais e oscilações nos níveis d'água do lençol freático.



Fonte: Autor.

## 6.2 PROPOSTA DE MÉTODO DE ANÁLISE DE CAMPO PRELIMINAR A PARTIR DO REGISTRO DE ESPÉCIES INDICADORAS NA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE PROTEÇÃO DOS OLHOS D'ÁGUA EM BAIXADAS ÚMIDAS CARACTERIZADAS COMO PALEOLAGOAS.

Superado o entendimento que a interface ecológica entre o meio físico e biológico se dá na forma das relações pedológicas, hidrológicas, topográficas e a consequente resposta na ocorrência e dominância das espécies herbáceas/subarbusivas indicadoras de ambientes úmidos de restinga, passa-se agora a formatar um método de análise preliminar, razoavelmente rápido e assertivo, a ser utilizado em perícias ambientais para determinação dos limites de proteção dos olhos d'água em baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas.

A proposta terá como base as espécies indicadoras registradas nos períodos de estabilidade e regularidade pluviométrica na área de estudo, ou seja, as espécies identificadas no período de novembro de 2018 a junho de 2019. Ainda que o trabalho tenha testemunhado o aparecimento de espécies de restinga seca dentro dos limites da paleolagoa, em função da estiagem extraordinária já comentada, este fenômeno só corroborou e validou o que foi

apresentado na fundamentação teórica sobre o caráter cíclico e evolutivo na dinâmica de ocorrência e alternância das espécies vegetais herbáceas/subarbustivas nestas baixadas. Ou seja, por se tratar de ecossistemas sensíveis a rápidas modificações influenciadas pela pluviosidade, pelas oscilações do nível d'água do lençol freático, bem como pelo ressecamento superficial da fina camada de matéria orgânica sobreposta sobre solo predominantemente arenoso e altamente drenado, as respostas na vegetação tornam-se diretamente proporcionais a esses gradientes ecológicos.

Desenha-se a partir deste momento uma proposta de observação preliminar, a partir de espécies indicadoras, para a medição das dimensões das áreas das superfícies hídras (espelho d'água) resultantes da descarga/afloramento do lençol freático por meio dos olhos d'água, a qual deve ser aplicada antes de se iniciar os detalhados estudos apresentados nos materiais e métodos. Ou seja, as espécies indicadoras, e suas dominâncias, podem revelar os gradientes do microrrelevo, as áreas onde o lençol freático está aflorando e/ou encontra-se próximo a superfície, bem como a transição dos limites das bordas da paleolagoa, este último correspondente as transições com as restingas secas, nas quais o nível d'água do lençol freático encontra-se mais baixo, localizadas nas altimetrias mais altas da microtopografia.

Para as áreas centrais, onde as altimetrias mais baixas do microrrelevo correspondem aos afloramentos dos olhos d'água, o perito pode encontrar as espécies *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta*, *Rhynchanthera cordata* e *Ludwigia leptocarpa*. Estas espécies podem indicar o principal ponto de descarga/afloramento do lençol freático em paleolagoas colmatadas (figura 85).

Figura 85 - Espécies indicadoras dos pontos de afloramentos do lençol freático (olhos d'água) em paleolagoas colmatadas: *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta*, *Rhynchanthera cordata* e *Ludwigia leptocarpa*.



Fonte: Autor.

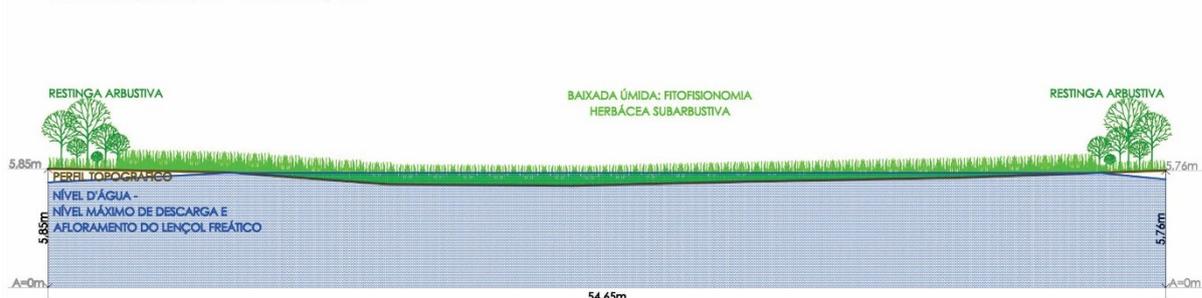
A Menyanthaceae *Nymphoides indica* (figura 86) é uma boa indicadora de até onde o espelho d'água pode oscilar em dimensões em uma paleolagoa, já que possui comportamento anfíbio flutuando no espelho d'água, bem como se posicionando no solo úmido em tempo de estiagem. A figura 86 apresenta registro desta espécie em épocas de alta e baixa precipitação

na área da baixada úmida estudada, demonstrando que em tempos de descargas máximas dos afloramentos a *Nymphoides indica* pode flutuar até perto das bordas da baixada úmida. Segundo Reitz (1961) plantas como a *Nymphoides indica*, “possuem câmaras de ar no tecido favorecendo a flutuação em menores profundidades levando não raro uma vida vagabunda sob o espelho das águas”. Reitz (1961) também sugere que a *Nymphoides indica* pode se apresentar como indicadora da etapa paludosa: “aqui encontra-se verdadeiras plantas anfíbias que, em condições pluviométricas normais medram em solo encharcado, ou mesmo inundado, deverão viver aí em chão seco, quiçá torrado pelo sol por ocasião de fortes estiagens”. E ainda, caracteriza literalmente a *Nymphoides indica* como indicadora da etapa flutuante “vulgarmente conhecida como Soldanela d’água ou Estrêla branca com folhas flutuantes sôbre a superfície das águas e flôres alvas e bastante fimbriadas”. O perito deve ficar muito atento a *Nymphoides indica*, em função de sua ocorrência significar uma série de indicadores dos gradientes, exaustivamente já comentados, bem como em função de seu comportamento ecológico estar relacionado a memória hidrológica das paleolagoas.

Figura 86 - *Nymphoides indica* e sua relação ecológica na distribuição na paleolagoa relacionada principalmente com os níveis máximos de descarga/afloramento do lençol freático.



CORTE ESQUEMÁTICO - ESCALA 1 / 150

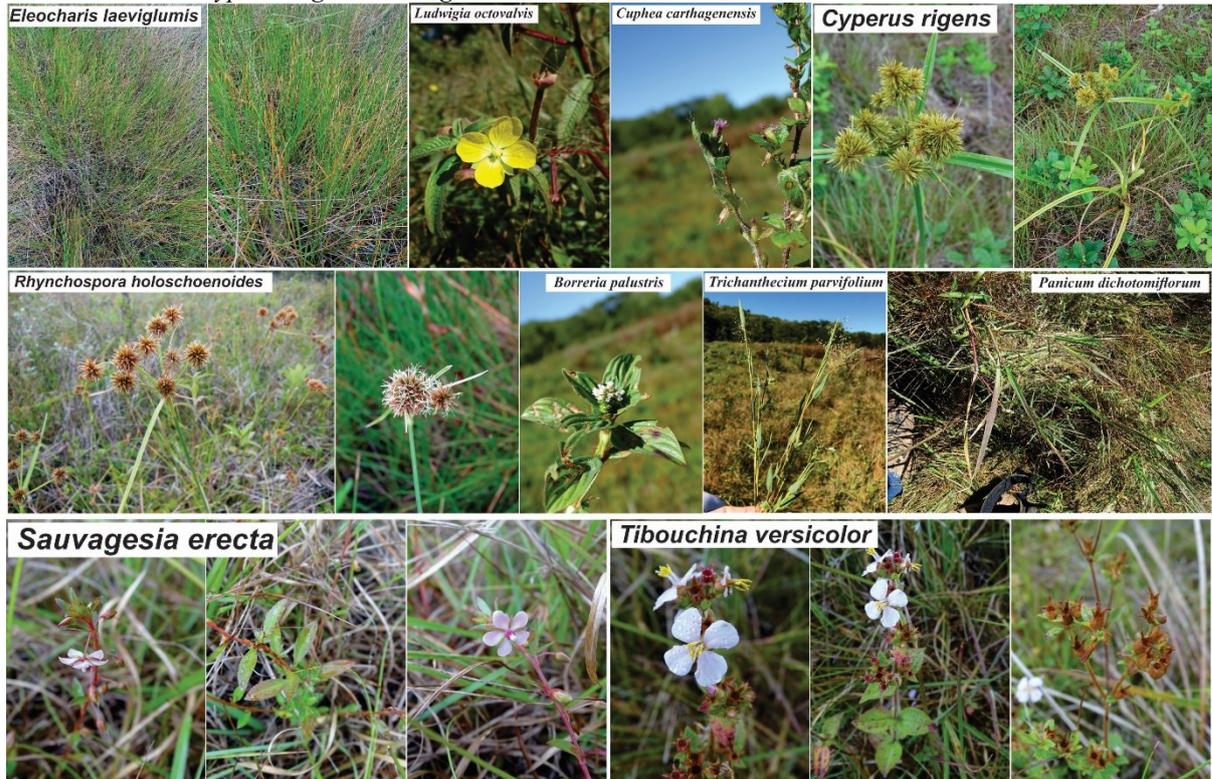


Fonte: Autor.

Nas áreas intermediárias, entre as áreas centrais e as bordas da paleolagoa, nas quais o espelho d’água corresponde a elevação do nível d’água do lençol freático em tempos de precipitações e recargas dos aquíferos moderadas e regulares, bem como as áreas correspondentes as pequenas elevações nas altimetrias do microrrelevo em direção centrífuga

para as bordas, o perito pode encontrar as seguintes espécies: *Borreria palustris*, *Trichantheicum parvifolium*, *Panicum dichotomiflorum*, *Eleocharis laeviglumis*, *Rhynchospora holoschoenoides*, *Cyperus rigens*, *Sauvagesia erecta* e *Tibouchina versicolor* (figura 87).

Figura 87 - Espécies indicadoras de áreas úmidas encontradas nas áreas intermediárias da baixada úmida: *Borreria palustris*, *Trichantheicum parvifolium*, *Panicum dichotomiflorum*, *Eleocharis laeviglumis*, *Rhynchospora holoschoenoides*, *Cyperus rigens*, *Sauvagesia erecta* e *Tibouchina versicolor*.



Fonte: Registros fotográficos realizado pelo autor e pelo orientador.

A pteridófito *Blechnum serrulatum* (figura 88) merece uma análise aprimorada e atenta por parte do perito. Por ser uma pteridófito que aparece em restingas secas, em restingas arbustivas, bem como em restingas arbóreas, a sua ocorrência em baixadas úmidas para ser caracterizada como indicadora deve estar associada a alguns aspectos físicos e ecológicos. Quanto aos aspectos físicos estes se dividem em relação com o microrrelevo e em relação com as saturações hídricas do solo, ou seja, o *Blechnum serrulatum* ocorre em dominância nas áreas onde a microtopografia se eleva a partir das áreas centrais e intermediárias em direção as bordas, o que corresponde ao início do gradiente de rebaixamento do nível d'água do lençol freático, e da diminuição do gradiente de concentrações de matéria orgânica no horizonte hístico da baixada úmida. Quanto aos aspectos ecológicos o *Blechnum serrulatum* ocorre em touceiras junto as espécies *Rhynchanthera cordata* e *Eleocharis laeviglumis*, posicionando-se nos limites das áreas intermediárias com as bordas da paleolagoas onde ocorrem as concentrações de *Tibouchina urvilleana*. O *Blechnum serrulatum* pode ocorrer de forma isolada se distribuindo

pela baixada úmida, bem como em áreas de eventual formação de espelho d'água, no entanto, não foi registrado dentro dos afloramentos perenes como as espécies *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta*, *Rhynchanthera cordata* e *Ludwigia leptocarpa*.

Figura 88 - *Blechnum serrulatum*.



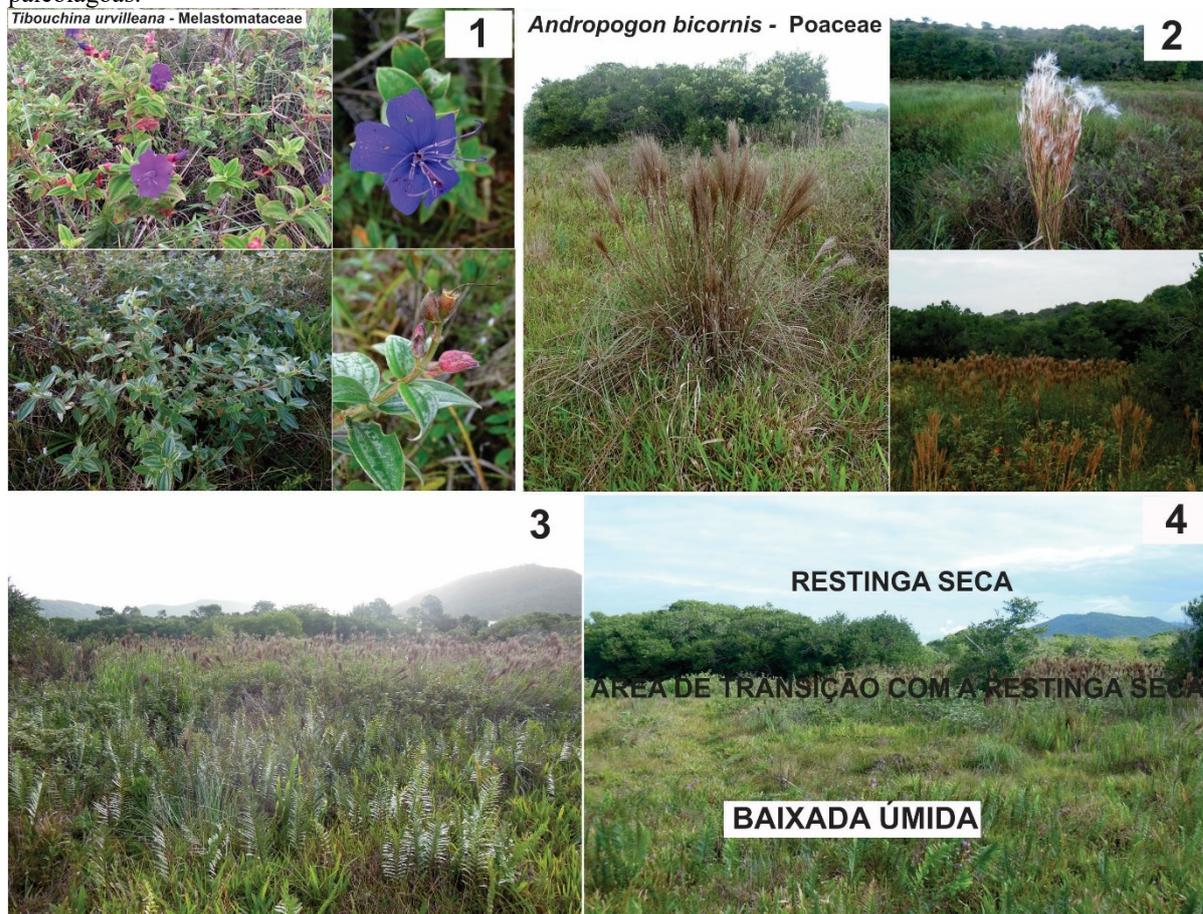
Fonte: Autor.

A Melastomataceae *Tibouchina urvilleana* deve ser considerada pelo perito como a espécie indicadora dos limites da influência hídrica. Estes limites caracterizam-se: 1 - quanto às dimensões das áreas de oscilações máximas do espelho d'água até as bordas das baixadas úmidas em hidroperíodos de descarga/afloramento altos; 2 - indicam que a partir da ocorrência desta espécie as altimetrias do microrrelevo são mais altas em relação as áreas intermediárias e centrais, 3 - indicam as áreas onde o nível d'água do lençol freático é mais baixo, o que conseqüentemente deve influenciar em menores concentrações de matéria orgânica nos horizontes superficiais. Conforme Castellani et al. (1995) a *Tibouchina urvilleana* ocorre em brejos herbáceos sofrendo influência hídrica direta em função dos pulsos de inundação ocasionados por hidroperíodos intensos, este fenômeno foi testemunhado durante as vistorias regulares na área objeto de estudo.

A figura 89 apresenta um conjunto de fotografias indicando aspectos importantes sobre a ocorrência e distribuição da espécie *Tibouchina urvilleana* nas bordas das baixadas úmidas e paleolagoas. A *Tibouchina urvilleana* ocorre dentro da área de pulso de inundação. A **fotografia 1** ilustra a *Tibouchina urvilleana* para fins de identificação; A **fotografia 2** apresenta a Poacea *Andropogon bicornis* a qual ocorre muitas vezes associadas a *Tibouchina urvilleana*, delimitando as bordas secas da paleolagoa como a espécie limite no posicionamento centrífugo do centro para as bordas dos afloramentos; As **fotografias 3 e 4** ilustram um tipo de gradiente florístico o qual deve ser observado pelo perito, pois pode significar as áreas onde as transições das baixadas úmidas para as restingas secas iniciam, ou seja do centro para as bordas é comum

que apareça a sequência das seguintes espécies: *Blechnum serrulatum* - *Tibouchina urvilleana* - *Andropogon bicornis* respectivamente.

Figura 89 - *Tibouchina urvilleana* e suas relações ecológicas na determinação dos limites das baixadas úmidas e paleolagoas.



Fonte: Registro fotográfico e identificações feitas pelo autor e pelo orientador.

A sequência apresentada das espécies indicadoras sugere que em uma perspectiva voltada para a interpretação da norma ambiental fundamentada nos princípios da prevenção, da precaução, da melhoria da qualidade ambiental e da solidariedade intergeracional, o ideal seria que a medição das dimensões das áreas de preservação permanente em raio mínimo de 50 m iniciasse a partir da ocorrência das concentrações de *Tibouchina urvilleana* em paleolagoas e/ou baixadas úmidas que possuam as mesmas características geológicas, hidrológicas e topográficas. Principalmente, para estudos preliminares realizados para subsidiar tecnicamente de forma preventiva ações civis públicas com pedidos de liminar protetiva de áreas úmidas ameaçadas até a realização das perícias e demais instruções processuais.

A ocorrência da liana *Rhaddadenia madida* e da briófito *Sphagnum* sp. (figura 90) podem indicar características qualitativas nas análises de baixadas úmidas em restingas. Reitz (1961) sugere a *Rhaddadenia pohllii* como espécie indicadora da etapa brejosa; Falkenberg

(1999) considera as lianas (trepadeiras) *Rabdadenia pohlli* e *Mikania spp.* espécies indicadoras de lagunas, banhados e baixadas.

Figura 90 - Espécies indicadoras de critérios qualitativos para caracterização de baixadas úmidas: liana *Rhaddadenia madida* e briófito *Sphagnum sp.*



Fonte: registros fotográficos autor e orientador.

### 6.2.1 Das análises periciais a serem feitas em paleolagoas e baixadas úmidas em épocas de estiagens severas ou extraordinárias.

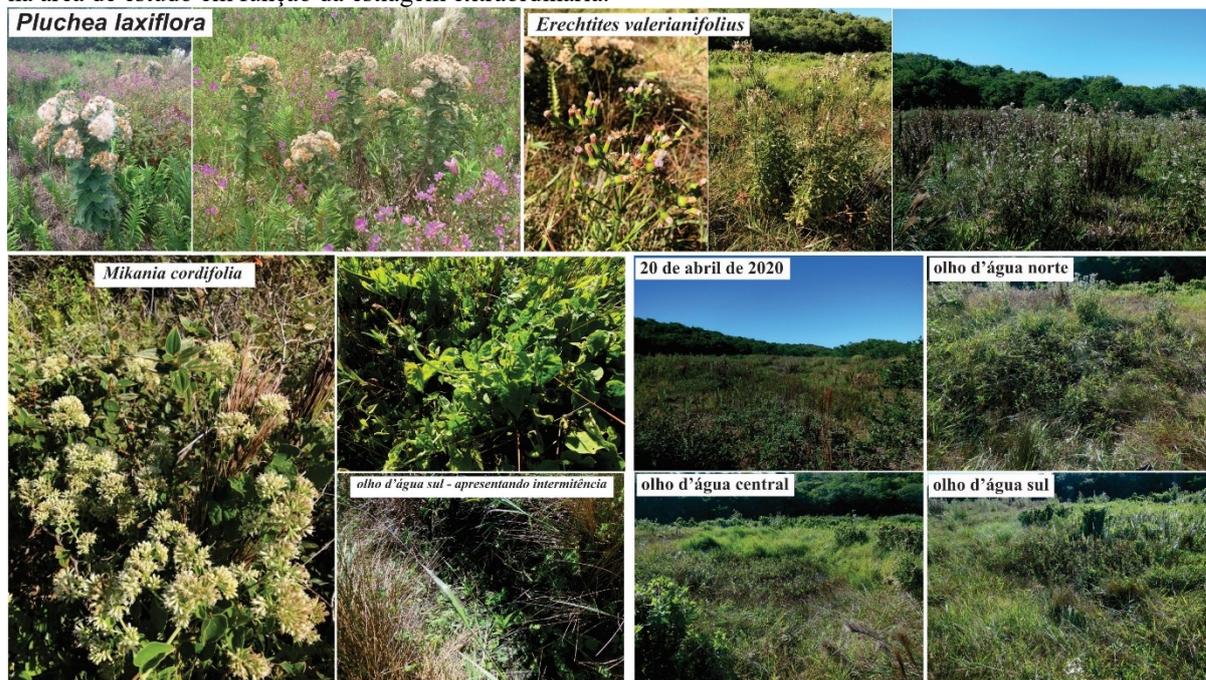
As espécies indicadoras, e os respectivos gradientes de posicionamento destas na microtopografia da área objeto de estudo, ilustrados até o momento, para análise de campo preliminar na determinação dos limites de proteção dos olhos d'água em baixadas úmidas e/ou paleolagoas, devem ser usados com perspicácia forense. Ou seja, em perícias ambientais existem situações que podem fugir ao padrão esperado e/ou situações as quais necessitam análises pormenorizadas por parte do perito. É o caso da determinação dos limites da área de preservação permanente olhos d'água em baixadas úmidas e/ou paleolagoas em tempos de estiagens severas e extraordinárias.

Em função do comportamento do regime de precipitações e as conseqüentes variações do nível do lençol freático, nos períodos de estiagem as nascentes e olhos d'água reduzem suas áreas, concentrando os afloramentos em locais de topografia mais baixa, **podendo migrar no espaço ou, até mesmo, secarem em estiagens extraordinárias.** Por outro lado, nos períodos chuvosos, a recarga do aquífero freático propicia a elevação do nível do lençol o que, conforme a topografia do terreno, permite a ampliação significativa da superfície hídrica da nascente ou do olho d'água (DE SOUZA et al., 2019, grifo nosso).

Em função da estiagem extraordinária que se abateu sobre o Estado de Santa Catarina, tendo o ápice do reflexo no ecossistema estudado em abril de 2020, a composição da distribuição das espécies indicadoras, bem como a fitofisionomia herbácea predominante sofreram alterações. Em resposta ao rebaixamento, ainda que em poucos centímetros do nível d'água do lençol freático, surgiram espécies típicas de restingas secas como a *Pluchea laxiflora*, *Erechtites valerianifolius* e *Mikania cordifolia*. Estas espécies e o estrato subarbustivo ganharam espaço e relativa dominância em algumas regiões da baixada úmida, principalmente

na porção sul, onde os furos de sondagem indicaram um maior rebaixamento do nível d'água do lençol freático. Houve avanço das espécies indicadoras das áreas de transição, *Tibouchina urvilleana* e *Andropogon bicornis*, posicionando-se das bordas em direção as áreas intermediárias. Este fenômeno pode estar relacionado a rápida resposta, sensível e adaptativa da vegetação, ao suporte hídrico em relação ao gradiente microtopográfico, ou seja, conforme Costa et al. (2003) “Apesar do lençol freático ficar a maior parte do ano a poucos centímetros acima da superfície do solo, a microtopografia e os, respectivos, maior e menor tempos de alagamento entre a região mais baixa e mais alta da turfeira são suficientes para induzir mudanças na composição vegetal”. A figura 91 apresenta um mosaico de fotografias. As fotografias que ilustram a *Pluchea laxiflora* revelam seu aparecimento nas áreas centrais da baixada, junto com uma miscelânea de espécies indicadoras de áreas úmidas como *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta*, *Rhynchanthera cordata*, *Ludwigia leptocarpa* e *Blechnum serrulatum*, este desarranjo na simetria em relação as dominâncias e distribuições das características de outrora, revela a sensibilidade destes ecossistemas úmidos às intempéries hídricas. A figura 91 também ilustra a espécie *Erechtites valerianifolius* a qual só foi registrada na área após a intensificação da estiagem a partir de fevereiro de 2020. A fotografia que ilustra a Asteraceae *Mikania cordifolia*, espécie inédita em ocorrência até o ápice da estiagem, revela que por se tratar de uma liana a mesma se distribuiu avançado pela metade sul da baixada escorando-se por cima da vegetação. A *Mikania cordifolia* aparece sobre a *Tibouchina urvilleana*, sobre *Eleocharis laeviglumis*, bem como ocupou a calha seca (intermitente) do olho d'água sul escorando-se nas agonizantes e secas *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta* e *Ludwigia leptocarpa*. As fotografias da baixada em 20 de abril de 2020 testemunham além da mudança nas dominâncias das espécies um aumento do estrato subarbustivo, bem como a intermitência dos olhos d'água norte, central e sul (figura 91).

Figura 91 - Mosaico de fotografias apresentando as principais modificações ecológicas e as respostas na vegetação na área de estudo em função da estiagem extraordinária.



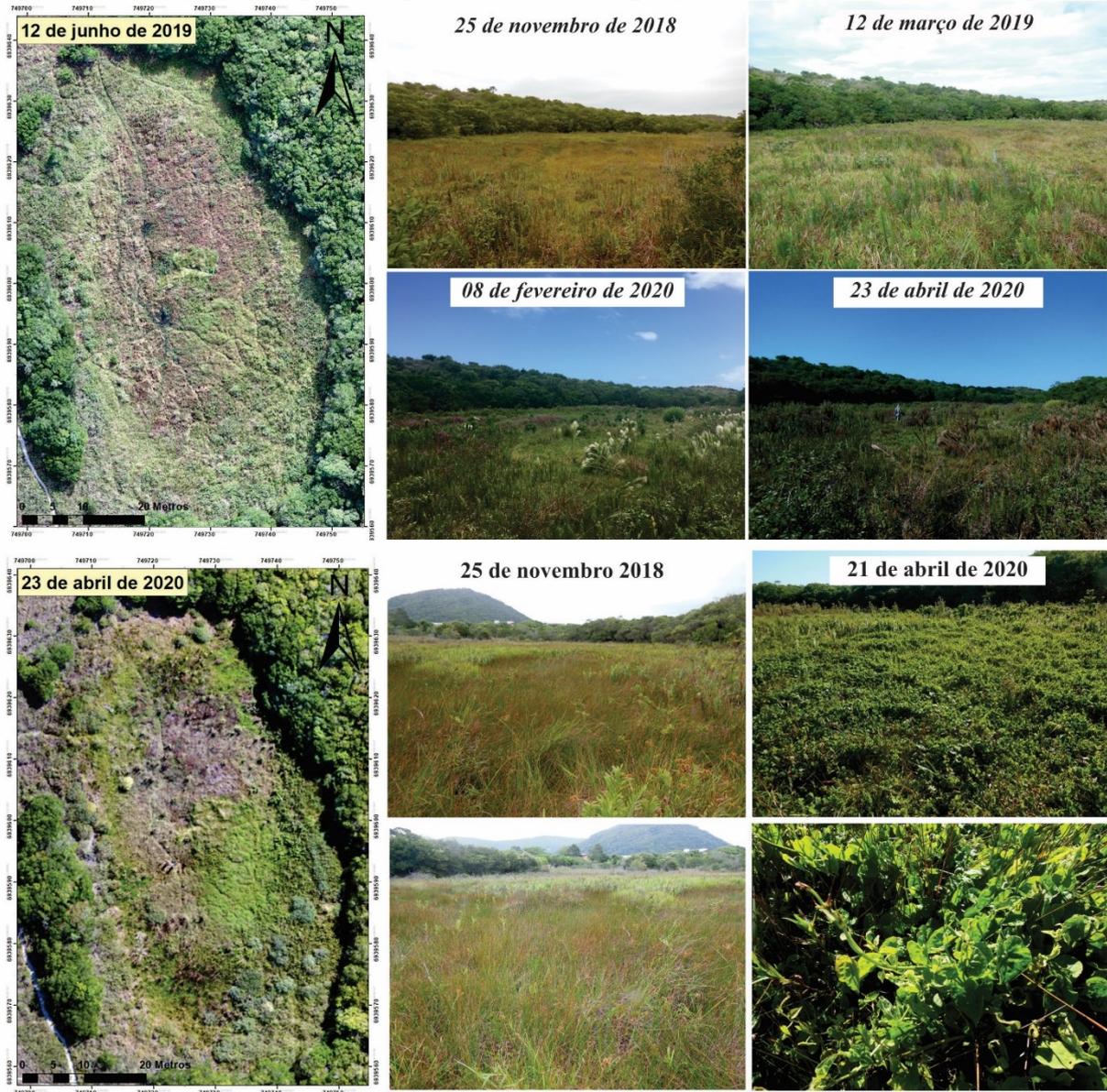
Fonte: registros fotográficos realizados pelo autor e pelo orientador.

Caso o perito tenha que realizar estudos em paleolagoas e/ou baixadas úmidas em épocas de estiagens severas e extraordinárias, os furos para averiguação do nível d'água (NA) do lençol freático devem ser feitos principalmente nas áreas centrais e intermediárias. Outra observação de fácil constatação em campo a qual o perito deve ficar atento - além da presença das Asteracea de restingas secas *Pluchea laxiflora*, *Erechites valerianifolius* e *Mikania cordifolia* - será a forma de apresentação das espécies de áreas úmidas *Polygonum hidropiperoides*, *Eleocharis interstincta*, *Rhynchanthera cordata*, *Ludwigia leptocarpa* nas áreas centrais ou de menor altimetria no microrrelevo, estas provavelmente estarão agonizantes (não estarão “felizes” como diz o Professor Falkenberg), secas e mortas.

As alterações na paisagem ecológica devem ser avaliadas, se possível e existentes, com as ferramentas de geotecnologia disponíveis para construção de históricos de ocupação com base em imagens aéreas antigas. Podem ser utilizados também voos de drone e fotografias nas mesmas posições (vistas) das áreas durante o período de um ano, esta proposta apresenta-se razoável, já que muitas ações civis públicas podem durar vários meses e até alguns anos. A figura 92 apresenta um conjunto de duas imagens aéreas registradas a partir do voo de drone em 12 de junho de 2019 e 23 de abril de 2020, bem como fotografias nas mesmas posições (vistas) da baixada úmida demonstrando as alterações na paisagem de acordo com os reflexos na vegetação das variações hidrológicas já comentadas. Interessante observação na figura 92 é o registro de como a liana *Mikania cordifolia* avançou por cima da Ciperaceae *Eleocharis*

*laeviglumis* no comparativo das figuras registradas em 25 de novembro de 2018 e 21 de abril de 2020. Uma boa análise que o perito pode fazer em campo é buscar observar se por baixo da dominância e da área ocupada pela *Mikania cordifolia* encontra-se *Eleocharis laeviglumis* e/ou outras espécies típicas de áreas úmidas.

Figura 92 - Mudanças na paisagem ecológica e os reflexos na vegetação em função das variáveis hidrológicas.



Fonte: Autor.

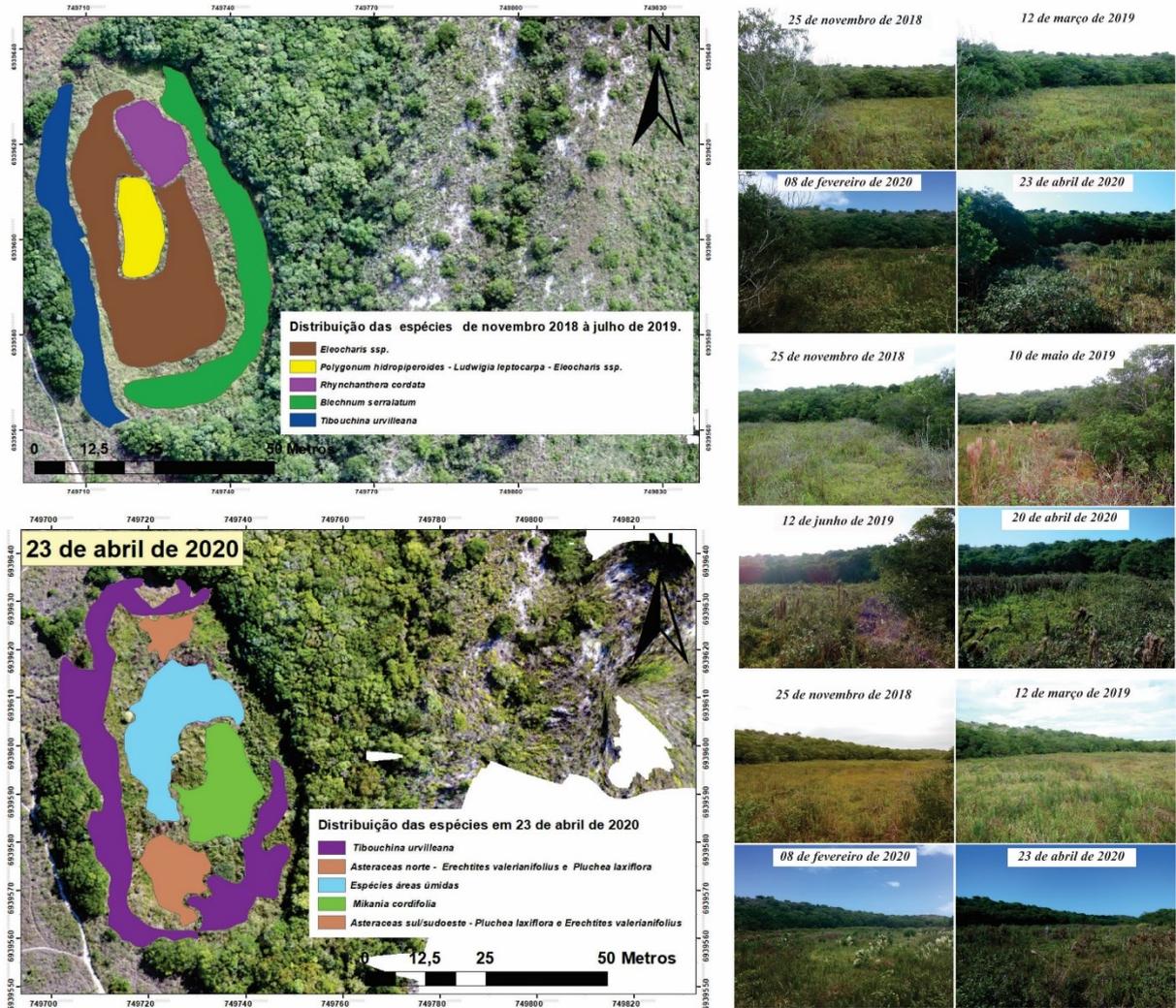
A análise das alterações provocadas neste diapasão de alternância entre períodos de seca e períodos de descargas/afloramentos moderados e intensos, bem como os reflexos na ocorrência, dominância e fitofisionomia herbácea/subarbusciva, e, conseqüentemente nas alterações na paisagem ecológica nas baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas, revelam a assinatura hidrológica e evolutiva destes ecossistemas. Ou seja, conforme Guasseli (2005) fazem parte de uma memória biológica, de especial valor científico, frente aos padrões

de comportamento ecológico os quais podem se repetir em outras áreas úmidas com características semelhantes:

Estes ajustes têm diferentes implicações, dependendo da frequência, duração, magnitude e estacionalidade destes pulsos. Acompanhando a períodos extraordinariamente secos ou úmidos, produzem-se modificações drásticas na capacidade de carga, **de aparência irreversível. Entretanto, em tempos relativamente curtos, opera-se a recuperação biótica do sistema. Logo que cessar o período crítico, como consequência da memória biológica acumulada nos sistemas em tempos evolutivos (grifo nosso).**

A figura 93 apresenta um conjunto de ilustrações e fotografias as quais testemunham as principais mudanças na paisagem ecológica, frente as espécies de ocorrência, suas distribuições, as respectivas dominâncias na baixada úmida estudada no período compreendido de 25 de novembro de 2018 (condições hidrológicas normais) a 23 de abril de 2020 (após forte estiagem).

Figura 93 - Alterações na paisagem ecológica na baixada úmida e as relações com as respectivas memórias hidrológicas e biológicas registradas no período de 25 novembro de 2018 (condições hidrológicas normais) a 23 de abril de 2020 (após forte estiagem).



Fonte: Autor

Dada a complexidade das variáveis ecológicas observadas até o momento para caracterização do comportamento hidrológico das descargas/afloramentos das águas subterrâneas por meio dos olhos d'água existentes nas áreas centrais das paleolagoas e/ou das baixadas úmidas, visualiza-se, sem muito esforço que, as espécies vegetais indicadoras podem ser um parâmetro, assertivamente viável, para determinação dos limites da proteção em raio mínimo de 50 metros de acordo com o que encontra-se positivado no artigo 4º, inciso IV, da Lei nº12.651/2012.

Contudo, as espécies indicadoras, não devem substituir, por completo, todas as análises propostas nos materiais e métodos desta dissertação, principalmente em tempos de estiagens severas e extraordinárias, bem como em áreas degradadas por perturbações antrópicas e demais condutas tipificadas como crimes ambientais.

### 6.3 DA INTERFACE ENTRE CIÊNCIA E DIREITO NA INTERPRETAÇÃO DA NORMA AMBIENTAL E OS REFLEXOS JURÍDICOS E TÉCNICOS NA PROTEÇÃO DOS OLHOS D'ÁGUA EXISTENTES EM BAIXADAS ÚMIDAS E PALEOLAGOAS EM AMBIENTES DE RESTINGA.

Os resultados preliminares deste trabalho dissertativo foram utilizados para propositura e concessão de liminar na **Ação Civil Pública nº 5011919-22.2019.8.24.0023/SC** movida pelo Ministério Público Estadual, cujo objeto da ação demandada traduz-se pela “*a identificação, delimitação e caracterização jurídica e técnica de uma área que deve ser considerada de preservação permanente, situada ao final da Servidão Quadros, Manoel Isidoro Augusto e Isidoro Garcês e Canarinho, no bairro Rio Tavares, nesta Capital*”. Ou seja, a interface ciência e direito, bem como a ampliação da hermenêutica ambiental para aplicação da norma proposta nesta dissertação se perfectibilizaram, extrapolando os limites acadêmicos, levando a lacuna técnica e jurídica para ser discutida também no âmbito do Poder Judiciário. Neste sentido De Souza et al. (2019) leciona conforme transcrição abaixo:

Contudo, **ainda persistem lacunas técnicas e regulatórias para delimitação precisa de APP no entorno de nascentes e olhos d'água**, cuja regulamentação é necessária para que seja assegurada a proteção efetiva dos recursos hídricos provenientes do afloramento de aquíferos, bem como se evitar divergências em estudos ambientais (grifo nosso).

E ainda,

**Os afloramentos de água subterrânea têm suas extensões laterais sujeitas a alterações significativas em função da variação do nível do lençol freático, principalmente em locais cuja topografia apresente baixa declividade, tais como planaltos e planícies costeiras constituídas por grandes áreas úmidas.** Enquanto nos rios de encostas a variação do local de exfiltração é perceptível no sentido longitudinal (montante-jusante), nas nascentes e **olhos d'água em planícies observam-se variações consideráveis em todas as direções, onde comumente as**

**áreas de afloramento formam banhados ou locais alagados facilmente confundidos com pequenas lagoas** (grifo nosso).

O despacho/decisão dado pelo Juiz de Direito Marco Aurélio Ghisi Machado, o qual concedeu o pedido liminar em 04 de dezembro de 2019, possui elementos importantes no sentido da necessidade “*imprescindível*” para correta caracterização técnico/científica da área úmida estudada, bem como a necessidade de observância do princípio da precaução para situações em que, nem a ciência nem o direito, produziram estudos suficientes para suprir as lacunas técnicas, e conseqüentemente para aplicação da norma ambiental com assertividade.

Justifica-se, por nexa (**à incerteza**), o deferimento da liminar para fins de **concretizar a exata natureza da área objeto da presente ACP**, em condigno respeito ao **princípio da precaução** .... Enfim, as provas até o momento anexadas são suficientes para concluir que sobre a área objeto da presente ACP é **imprescindível estudos técnicos/científicos para se descobrir as características principais da área**, bem como do histórico de ocupação (Ação Civil Pública Cível Nº 5011919-22.2019.8.24.0023/SC, grifo nosso).

Da decisão interlocutória do Juízo podemos extrair alguns elementos importantes quanto ao alinhamento a proposta desta dissertação, quanto a correlação com a doutrina jurídica utilizada para fundamentar este trabalho teoricamente, bem como o quanto a prova pericial pode se tornar fonte de informação preventiva frente a danos ambientais futuros de difícil reparação, e principalmente, quanto a interpretação da norma frente a uma situação fática ambiental complexa como é o caso do início das medições do raio mínimo de 50 m das áreas de preservação permanente de olhos d’água em baixadas úmidas e/ou paleolagoas. Nesse sentido Saraiva Neto (2010) disserta:

**Neste momento final a atenção volta-se à prova na tutela preventiva de dano ambiental.** Conforme analisado anteriormente, tanto a Ação Popular quanto a Ação Civil Pública podem ter objeto: a anulação de um ato lesivo ao meio ambiente, a condenação do agente responsável por uma degradação para reparar ou indenizar um dano ambiental, **bem como podem servir para alcançar uma tutela jurisdicional voltada a evitar uma lesão ambiental, de acordo com os princípios da precaução e da prevenção** (grifo nosso).

Ao afirmar no despacho/decisão que é “*imprescindível estudos técnicos/científicos para se descobrir as características principais da área*” o Estado Juiz assertivamente reconhece que, em matéria ambiental, para a correta ou aproximada aplicação da norma ambiental, em especial, para casos complexos e tecnicamente em aberto, é necessário que a prova pericial seja instrumento de descoberta, bem como de transposição didática entre o universo científico e jurídico. Carvalho (2013) entente que este processo de acoplamento estrutural por meio da prova pericial tem finalidade de “*esclarecer*” (“**descobrir**”) dúvidas quanto as complexidades ambientais recorrentes nos processos ambientais:

A configuração probatória do dano ambiental depende de um processo de **interface (acoplamento estrutural) entre o direito e a ciência, em que o direito deverá**

**proceder a um processo de decodificação das descrições técnicas efetuadas pelos peritos, configurando tais reações como dano ou impacto ambiental.** Tal circunstância coloca em destaque a prova pericial no processo ambiental para a realização de exames por profissionais dotados de conhecimentos técnicos específicos e cuja finalidade é esclarecer dúvidas acerca das repercussões ambientais de determinados eventos (grifo nosso).

O Ministério Público Estadual ao manifestar na peça inicial da proposição da ACP reconhece os termos metodológicos e multidisciplinares, bem como a sugestão para interpretação da norma ambiental apresentados neste trabalho dissertativo, o qual propõe que as respectivas relações dos aspectos ecológicos da vegetação de restinga herbácea/subarbustiva em clímax edáfico podem proporcionar melhor compreensão nos limites das áreas de preservação permanente em raio mínimo de 50 m para olhos d'água.

Segundo o estudo realizado, devem ser observados procedimentos metodológicos multidisciplinares para delimitação de faixas de área de preservação referente a olhos d'água em áreas de restinga... **A identificação dessas espécies de restinga típicas de baixadas úmidas, com a posterior correlação aos aspectos ecológicos dessa vegetação, proporcionará melhor compreensão dos limites das áreas de preservação permanente de olhos d'água.** A pesquisa surgiu da necessidade de desenvolver uma ferramenta pericial metodológica para delimitação dos limites de APP em 50 metros para olhos d'água, que, por sua vez, originam áreas úmidas caracterizadas como “baixadas” pela Resolução Conama 261. Com isso, propõe, a partir da análise da área selecionada – que não sofreu alterações significativas nos últimos 81 anos, a adoção de um protocolo de caracterização de baixadas úmidas a partir da análise da paisagem ecológica e das principais associações vegetais de espécies de restinga herbácea/subarbustiva, em clímax edáfico (SANTA CATARINA, 2019, grifo nosso).

Ou seja, conseguiu-se levar a proposta defendida neste trabalho dissertativo para um espaço de discussão, no qual, dependendo de como se movimentarem as peças no tabuleiro processual, o objeto pode chegar a ser discutido em tribunais superiores. Necessário lembrar que o STF definiu no julgamento da Ação Direta de Inconstitucionalidade – ADI nº 4903, em 28.02.2018, a ampliação do espectro hermenêutico do inciso IV do artigo 4º da Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº 12.651/2012, entendendo que o entorno das nascentes e dos olhos d'água intermitentes devem ser caracterizados como áreas de preservação permanente. No entanto, a confirmação da proteção intermitente não esgota a lacuna técnica e jurídica: “ *onde o perito deve esticar a trena de 50 (cinquenta) metros?* ” O melhor seria que essa discussão se desse no âmbito do poder regulamentar, mas em função do que se transformou nossa caricata democracia, talvez, e, com a devida perspicácia hermenêutica jurídica ambiental, assertivo é, que o poder judiciário, possa, em um cenário futuro, cancelar a ampliação da interpretação do próprio instituto da área de preservação permanente no entorno dos olhos d'água perenes e intermitentes “*qualquer que seja a situação topográfica em raio mínimo de 50 (cinquenta)*”

metros”. A proposta de interpretação sugerida neste trabalho começa pela análise do próprio conceito de área de preservação permanente:

Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012:

**Art. 3º** Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

**II - Área de Preservação Permanente - APP:** área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a **função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas** (BRASIL, 2012, grifo nosso).

As funções ambientais elencadas no conceito de APP positivado na Lei de Proteção da Vegetação Nativa foram observadas e descritas, ainda que de forma indireta, desde a introdução até a presente discussão. Segundo Barroso (2010) para se colher o espírito da norma o interprete deve-se atribuir sentido e construir situações que não foram expressamente contempladas ou detalhadas no texto legal:

A interpretação consiste na atribuição de sentido a textos ou a outros signos existentes, ao passo que a construção significa tirar conclusões que estão fora e além das expressões contidas no texto e dos fatores nele considerados. **São conclusões que se colhem no espírito, embora não na letra da norma** (grifo nosso).

Ora, se a regra fosse sempre colher o espírito da norma por parte dos interpretes, não precisaríamos das espécies de áreas de preservação permanente positivadas nos incisos do artigo 4º da Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Ou seja, o seu próprio conceito se bastaria, pois, presentes as funções ambientais, caso a caso, peculiaridade a peculiaridade, se garantiria a proteção do meio ambiente por força do instituto da APP conceitual. As espécies normativas podem engessar e fragmentar parcelas do ambiente, como se os ecossistemas não possuíssem sinergias e interdependências, muitas delas ainda desconhecidas pela ciência.

Em função do exposto, resta buscar estratégias semânticas para correlacionar a proteção dos olhos d’água, os quais ocorrem em ambientes de baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas, com a proteção advinda da Lei da Mata Atlântica, na forma de superposição e diplomas legais para uma mesma situação técnica e jurídica. A “*construção*” hermenêutica sugerida por Barroso (2010) relacionada aos objetos de estudo desta dissertação, caminham no seguinte raciocínio jurídico e lógico: Se a proteção da vegetação nativa justifica-se pela garantia das funções ambientais que os olhos d’água exercem sobre as baixadas úmidas caracterizadas como paleolagoas, e por conseguinte são estas funções ambientais que ecologicamente condicionam o clímax edáfico da vegetação herbácea/subarborescente, a qual é considerada primária, conclui-se que existe uma dupla proteção sobre este peculiar ecossistema. Portanto, a tutela se perfectibiliza pela proteção em função do afloramento das águas subterrâneas, como também pela vedação ao corte de vegetação primária. Embora a proteção já esteja caracterizada

e demonstrada pela metodologia apresentada, sugere-se, fundamentado no princípio da melhoria da qualidade ambiental, bem como no princípio da solidariedade intergeracional, que as baixadas úmidas e as paleolagoas, as quais apresentam as características estudadas nesta dissertação, possam ser transformadas em espécies de áreas de preservação permanente, cuja redação poderia ser da seguinte forma:

Lei de Proteção da Vegetação Nativa:

**Art.4º** Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para efeitos desta Lei:

**XII** – as baixadas úmidas e paleolagoas, presentes em ambientes restinga, atribuindo-se as mesmas um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros dimensionados a partir dos níveis máximos de descarga/afloramento do espelho d'água, medidos em tempos de estiagem a partir das espécies indicadoras das transições de restingas úmidas para restingas secas.

**§11.** Para identificação das baixadas úmidas e paleolagoas, a que se refere o inciso XII do caput, devem ser observadas as relações dos gradientes entre a topografia e o nível d'água do lençol freático, bem como as relações das concentrações de matéria orgânica nos horizontes superficiais devem ser levadas em consideração para identificação e delimitação das transições entre as restingas úmidas e secas.

A figura 94 apresenta os limites das áreas de preservação permanente para olhos d'água com área de raio mínimo de 50 m para dois cenários observados durante os estudos: 1 – APP – para o nível mínimos de descargas/afloramentos, aquele que se limitam ao espelho d'água e/ou área adjacente imediata aos 3 (três) olhos d'água; 2 – APP – para o nível máximo de descarga afloramento, aquele que corresponde as bordas da baixada úmida (paleolagoa), cujo flanco oeste registrou-se maiores concentrações e dominâncias das espécies *Tibouchina urvilleana* - *Andropogon bicornis*.

Entre os dois cenários de APP apresentados acredita-se que a medição das dimensões a partir do nível máximo de descarga/afloramento garante, com maior assertividade técnica, as funções ecológicas previstas pelo instituto jurídico das áreas de preservação permanente. Justifica-se este posicionamento, pois como já demonstrado as áreas úmidas em ambientes de restinga são suscetíveis as pressões do meio físico, descritas na bibliografia como pulsos de inundação, os quais ocorrem em hidroperíodos sazonais em janelas temporais distintas. Estas memórias hidrológicas possuem relevância ecológica sensível frente ao caráter cíclico e resiliente da estabilidade da vegetação herbácea/subarbutiva. Ainda que as espécies possam alterar a dominância e a distribuição de acordo com o nível d'água do lençol freático, este fenômeno só corrobora para que a área a ser protegida seja aquela que garanta maior estabilidade no entorno das baixadas úmidas e paleolagoas, no caso as dimensões das superfícies hídricas (espelho d'água) que correspondam aos níveis máximo de

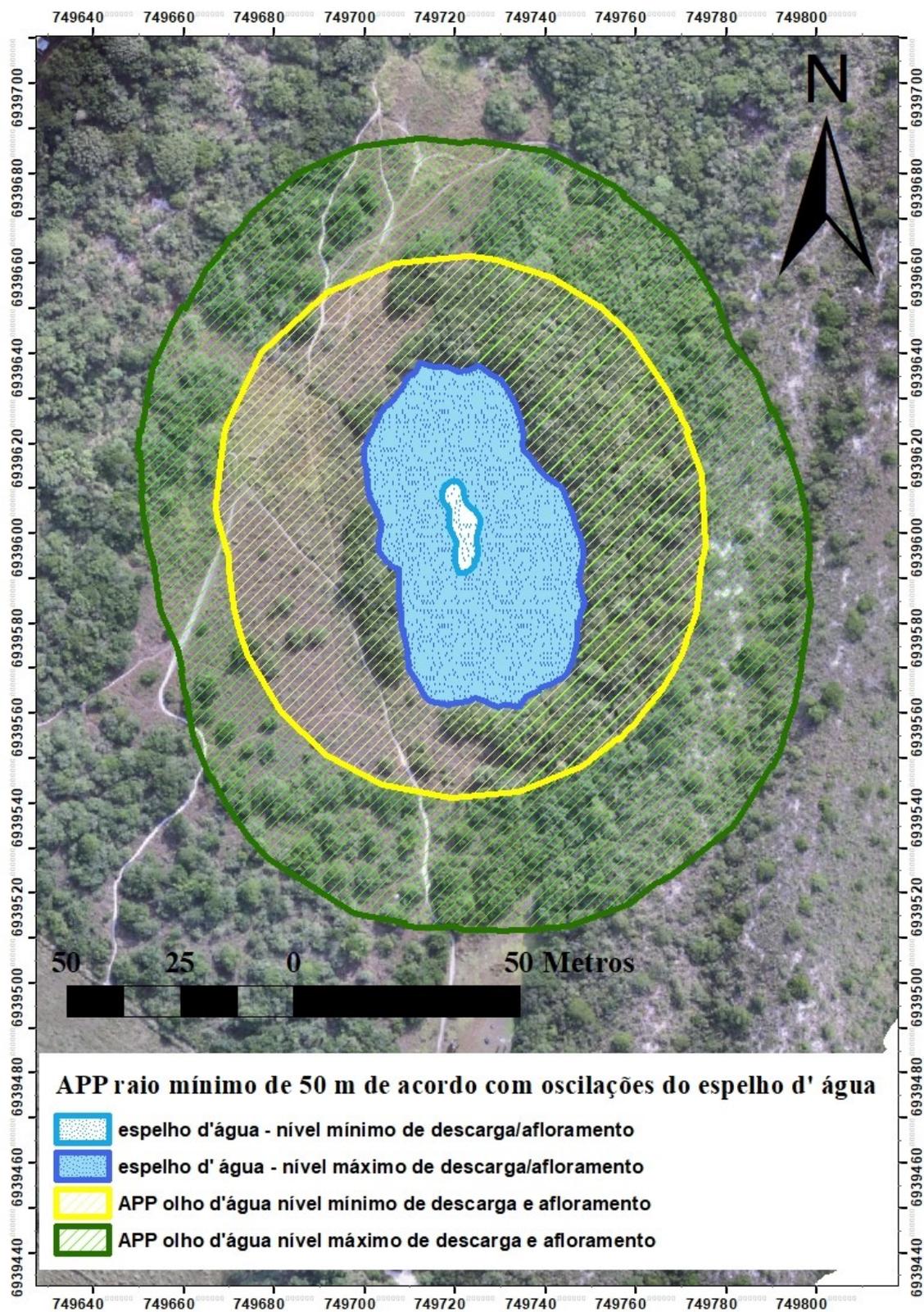
descargas/afloramentos das águas subterrâneas (figura 94). Esse entendimento vem ao encontro do que positiva o artigo 95 do Código de Águas de 1934, embora antigo, encontra-se recepcionado pelo ordenamento constitucional de 1988, portanto vigente.

Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 – Código de Águas

**Art. 95.** A nascente de uma água será determinada pelo ponto em que ela começa a correr sobre o solo e não pela veia subterrânea que a alimenta (BRASIL, 1934).

Seguindo a lógica do art. 95, do Código de Águas, segundo o qual a nascente é definida pelo ponto em que ela começa a correr sobre o solo, o ideal é que eventual definição técnico normativa considere o início da APP a partir da borda do afloramento no momento de máximo sazonal, definindo-se um tempo de recorrência padrão para evitar-se divergências no caso de serem realizados monitoramentos em anos de baixa pluviosidade. (DE SOUZA, 2019).

Figura 94 - Limites das áreas de preservação permanente - APP para olhos d'água com área de raio mínimo de 50 m para dois cenários observados durante os estudos: 1 – APP – para o nível mínimos de descargas/afloramentos; 2 – para o nível máximo de descargas/afloramentos.



Fonte: Autor.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção deste ensaio dissertativo foi um compêndio multidisciplinar resultado da interface de várias áreas de conhecimento, que iniciou, de forma embrionária, na construção do projeto juntamente com o Professor João de Deus Medeiros, cujo objeto principal sempre foi demonstrar a importância ecológica da proteção da vegetação herbácea/subarbutiva nos ambientes de restinga. Para atingir este objetivo, a busca pela constante aproximação didática e hermenêutica entre ciência e direito sempre esteve presente. Mas foi na entrevista avaliativa do projeto, para ser aceito no Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais, que, ao ser inquirido, de forma firme e séria, pelo Professor Carlos Henrique Lemos Soares, sobre “*quais seriam minhas intenções profissionais após a conclusão do Mestrado?*”, “*se meu projeto se transformaria em uma metodologia?*”, e de forma indireta, “*o que eu devolveria para a sociedade após concluir os estudos?*”, que tudo o que está escrito nestas páginas se desenhou de forma precisa.

Em função das dificuldades encontradas no trabalho pericial, principalmente aquelas em que a norma possui lacunas de interpretação tanto jurídica e técnicas acredito ter conseguido apresentar uma razoável metodologia para delimitação das áreas de preservação permanente para olhos d’água, os quais ocorrem em ambientes de restingas caracterizados como baixadas ou paleolagoas por meio de determinadas espécies indicadoras. Não me ative as importâncias da preservação ecológica destes ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, de forma aprofundada, pois isto seguramente já está bem claro como comando constitucional desde 1988, talvez deveria ter feito, em função de estarmos vivendo momentos históricos em que o óbvio deve ser lembrado o tempo todo!

De toda sorte, considero que a próxima etapa será simplificar em forma de protocolo ou de pequeno manual o entendimento final deste trabalho dissertativo, para que as informações possam ser apropriadas por outros peritos, estudantes, Órgãos Ambientais, Polícias Ambientais, Procuradorias de Defesa do Meio Ambiente no âmbito dos Ministérios Públicos Estadual e Federal e ao Poder Judiciário, o qual sempre foi, ainda que implicitamente, o destinatário final preferencial para o campo jurídico.

No entanto de nada valeria o esforço até aqui despendido, se não se democratizasse e popularizasse as informações científicas e jurídicas discutidas neste trabalho se a sociedade civil organizada, por meio de movimentos sociais de defesa do meio ambiente, não se apropriar de forma crítica e utilizar estas informações para promoção da defesa do meio ambiente, em especial os ecossistemas de restinga caracterizados como baixadas e/ou paleolagoas.

Uma sociedade comprometida com a formação de um Estado de Direito Ambiental, nos dias atuais, pode parecer improvável, mas seguramente é um avanço civilizatório rumo a uma democracia consolidada.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 13600 - **Esta Norma prescreve o método para a determinação do teor de matéria orgânica de solos, através da queima em mufla, à temperatura de (440°C 5), do material previamente seco em estufa, à temperatura de 105°C a 110°C.**

ACSELRAD, Henri. **Justiça Ambiental: Narrativas de resistência ao risco social ampliado.** Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

ARAÚJO, Lilian Alves de. **Perícia Ambiental em Ações Cíveis Públicas.** In: CUNHA, Sandra Baptista da (org.); GUERRA, Antonio José Teixeira (org.): Avaliação e perícia ambiental. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BARROSO, Luís Roberto. **Curso de direito constitucional contemporâneo.** São Paulo. Saraiva, 2010.

BELCHIOR, Germana Parente Neiva. **Hermenêutica jurídica ambiental.** São Paulo: Saraiva, 2011.

BINFARÉ, R.W. **Guia Ilustrado da Flora da Restinga de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

BRASIL, **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o código de águas.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm). Acesso em 04 de out. 2020.

BRASIL, **Código de Processo Civil Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015.**

BRASIL. Constituição (1988): **Constituição da República Federativa do Brasil.** 44. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BRASIL. **Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências.** Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/leis/L7347Compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L7347Compilada.htm). Acesso em: 12 de mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm)>. Acesso em: 11 de mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm)>. Acesso em: 11 de mar. 2018.

BRASIL. **Resolução Conama nº 261/1999 - Aprova parâmetro básico para análise dos estágios sucessivos de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina.**

BRESOLIN, Antonio. **Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina Material Suplementar: carta chorographica do município de Florianópolis.** INSULA Revista de Botânica, v. 10, p. 3-54, 1979. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/13574>. Acesso em 17 jul. 2020.

CAMPOS, C. E. B. et al. **Indicadores de campo para solos hidromórficos na região de Viçosa (MG).** Revista brasileira de ciência do solo, v. 27, n. 6, p. 1057-1066, 2003. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000600010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000600010&script=sci_arttext). Acesso em: 18 de jul. 2020.

CARVALHO, Délton Winter de. **Dano Ambiental Futuro: a responsabilização pelo risco ambiental.** 2.ed. ver., atual. e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2013.

CASTELLANI, Tânia Tarabini; FOLCHINI, Rosângela; SCHERER, Karla Zanenga. **Varição temporal da vegetação em um trecho de baixada, úmida entre dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC.** INSULA Revista de Botânica, v. 24, p. 37, 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/22025>. Acesso em 17 jul. 2020.

COSTA, César SB et al. **Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abb/v17n2/a04v17n2>. Acesso em 17 de jul. 2020.

DE SOUZA, Kleber Isaac Silva et al. **Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais.** Águas Subterrâneas, v. 33, n. 1, p. 76-86, 2019. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29254>. Acesso em 17 jul. 2020.

DE SOUZA, Marcelo Rodrigues et al. **Dinâmica da temperatura aparente de superfície da Bacia Hidrográfica do rio Tavares, Florianópolis (SC).** Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1453.pdf>. Acesso em: 26 de jul. 2020.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 18 de jul. de 2020.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENÇÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram). **EPAGRI/CIRAM – Litoral on-line.** Disponível em: [http://www.ciram.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2440&Itemid=753](http://www.ciram.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2440&Itemid=753). Acesso em: 20 de abril de 2020.

FALKENBERG, Daniel de Barcellos. **Aspectos da Flora e da Vegetação Secundária da Restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil.** Florianópolis: INSULA, 1999. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/21771>. Acesso em 17 jul. 2020.

FILGUEIRAS, Tarciso S. et al. **Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos**. Cadernos de Geociências, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

GUASSELLI, Laurindo Antônio. **Dinâmica da Vegetação no Banhado do TAIM, RS**. 2005. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6768/000489867.pdf?sequence=1> Acesso em 17 jul. 2020.

HORN FILHO, N. O. et al. **Estudo geológico dos depósitos clásticos quaternários superficiais da planície costeira de Santa Catarina, Brasil**. Gravel, v. 12, n. 1, p. 41-107, 2014. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/gravel/12/1/Gravel\\_12\\_V1\\_03.pdf](https://www.ufrgs.br/gravel/12/1/Gravel_12_V1_03.pdf). Acesso em 17 de jul. 2020.

JUNIOR, Osmar Pires Martins. **Crimes contra o Ordenamento Urbano e o Patrimônio Cultural**. In: TOCCHETTO, Domingos (org.). Perícia ambiental criminal. Campinas: Millennium, 2014.

KLEIN, Roberto Miguel. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Herbário "Barbosa Rodrigues", 1978.

KRUMBEIN, W.C. In: Suguio, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blücher, Ed. DA USP, 1973.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

NAVARRA, Cláudio T. et al. **Distribuição da matéria orgânica nos sedimentos marinhos costeiros e nos solos hidromórficos da orla litorânea do Estado de São Paulo**. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 29, n. 2, p. 267-270, 1980. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0373-55241980000200055&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0373-55241980000200055&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em 08.02.2020.

RAMBO, Balduin. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Livraria Selbach, 1956.

REITZ, P. Q. **Vegetação da zona marítima de Santa Catarina**. Sellowia, v. 13, p. 17-115, 1961.

SARAIVA NETO, Pery. **A Prova na Jurisdição Ambiental**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

SARLET, Ingo Wolfgang. **Princípios do Direito Ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2014.

SIMIONI, João Paulo Delapasse; GUASSELLI, Laurindo Antonio. **Banhados: abordagem conceitual**. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, n. 30, p. 33-47, 2017. Disponível em: <https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4009>. Acesso em 17 de jul de 2020.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental: As dimensões do dano ambiental no direito brasileiro**. 3.ed. rev. atual. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2017.

SUGUIO, Kenitiro et al. **Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira**.

Revista Brasileira de Geociências, v. 15, n. 4, p. 273-286, 2018. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12026/11570>. Acesso em: 17 de jul. 2020.

TOMAZELLI, Luiz J.; VILLWOCK, Jorge A. **Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul**. Gravel, v. 3, n. 1, 2005. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel\\_3\\_11.pdf](https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel_3_11.pdf). Acesso em 17 de jul. 2020.

TOMAZELLI, LUIZ; VILLWOCK, JORGE. **Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. Pesquisas em Geociências, v. 18, n. 1, p. 13-24, 1991. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21358>. Acesso em: 17 de jul. 2005.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M. **Mapa geológico da ilha de Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, 2014. Disponível em: [https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/Geolog\\_Ilha7.pdf](https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/Geolog_Ilha7.pdf). Acesso em: 17 de jul. 2020.

WENTWORTH, C.K. **A scale of grade and class terms for clastic sediments**. Jour.Geol. Chicago, 32:377-392, 1922.