

ISBN 9786500240368

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Estudos realizados para
Subsidiar auditorias ambientais - TCE-AM



Lago do REI

“SECA” de 2020 – Mortandade de Peixes

Localidade Lago do Rei
Distrito Costa da Terra Nova
Careiro da Várzea-AM

Diagnóstico Ambiental Estudos Realizados para Subsidiar Auditorias Ambientais – TCE-AM

Organizadores:

Júlio Assis Corrêa Pinheiro (TCE-AM)
Anete Jeane Marques Ferreira (TCE-AM)
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe (UFAM)
Antônio de Lima Mesquita (UEA)

Manaus-AM
2021

Conselheiro Mario Manoel Coelho de Mello

Presidente do Tribunal de Contas do Estado do Amazonas

Conselheiro Júlio Assis Corrêa Pinheiro

Corregedor-geral do Tribunal de Contas do Estado do Amazonas

Anete Jeane Marques Ferreira

Chefe do Departamento de Auditoria Ambiental do Tribunal de Contas do Estado do
Amazonas

Prof. Dr. Cleinaldo de Almeida Costa

Reitor da Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Sylvio Mário Puga Ferreira

Reitor da Universidade Federal do Amazonas

Manaus-AM
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Diagnóstico ambiental : estudos realizados para subsidiar auditorias ambientais - TCE-AM : lago do rei "seca" de 2020 : mortandade de peixes / organização Júlio Assis Corrêa Pinheiro ... [et al.]. -- 1. ed. -- Manaus, AM : Therezinha Fraxe, 2021.

Outros organizadores : Anete Jeane Marques Ferreira, Therezinha de Jesus Pinto Fraxe, Antônio de Lima Mesquita.

ISBN 978-65-00-24036-8

1. Amazônia - Aspectos ambientais 2. Auditoria ambiental - Brasil 3. Comunidade ribeirinha - Amazônia 4. Sustentabilidade ambiental I. Ferreira, Anete Jeane Marques. II. Fraxe, Therezinha de Jesus Pinto. III. Mesquita, Antônio de Lima.

21-67683

CDD-658.408

Índices para catálogo sistemático:

1. Auditoria ambiental : Gestão ambiental
empresarial : Administração 658.408

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Tribunal de Contas do Estado do Amazonas - TCE-AM. Lago do Rei "SECA" de 2020 – Mortandade de Peixes Diagnóstico Ambiental. Estudos Realizados para Subsidiar Auditorias Ambientais – TCE-AM. Org. Júlio Assis Corrêa Pinheiro (TCE-AM), Anete Jeane Marques Ferreira (TCE-AM), Therezinha de Jesus Pinto Fraxe (UFAM) e Antônio de Lima Mesquita (UEA).

Manaus-AM, 2021.

Lista de Figuras

Figura 1. Coleta dos parâmetros físico-químicos no P3.....	33
Figura 2. Terceiro ponto de coleta da Água (P3) no Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM	33
Figura 3. Mapa territorial do Município de Careiro da Várzea-AM.....	38
Figura 4. APAs e seus limites geográficos a partir da confluência do Rio Negro com o Rio Solimões.....	46
Figura 5. Frequência de pesca de famílias que vivem em torno do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM.....	53
Figura 6. Mapa Geológico com a delimitação das unidades geológicas aflorantes, e a separação dos níveis de terraços nas regiões do Careiro-da-várzea, Careiro-Castanho, Manaquiri e Autazes (Amazônia Central).....	59
Figura 7. Variabilidade sazonal dos níveis dos rios na Bacia Amazônica.....	64
Figura 8. Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA.....	69
Figura 9. Pontos de coleta das amostras do acesso ao Lago do Rei.	71
Figura 10. Quantidade de coliformes termotolerantes totais encontrada nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha vermelha: limite da Classe 2; Linha amarela: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4.	77
Figura 11. Gráfico da variação do pH encontrado nos 03 pontos coletados no acesso ao Lago do Rei. Faixa verde: valor ideal segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA.	79
Figura 12. Gráfico da variação da DBO _{5,20} para os 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.	81
Figura 13. Gráfico da variação do nitrogênio total encontrado nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.....	83
Figura 14. Gráfico da variação do fósforo total encontrado nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.	85

Figura 15. Gráfico da variação da temperatura encontrada nos 03 pontos de coleta no acesso ao Lago do Rei.....	86
Figura 16. Gráfico da variação da turbidez encontrada nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N°357/2005 do CONAMA.....	88
Figura 17. Gráfico da variação dos sólidos totais encontrados nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei	89
Figura 18. Gráfico da variação de oxigênio dissolvido encontrados nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei.	92
Figura 19. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1	94
Figura 20. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1, com peixes em decomposição.	94
Figura 21. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1	95
Figura 22. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, ponto 3, no rio Amazonas	95
Figura 23. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, no ponto 2, no acesso ao Lago do Rei	96
Figura 24. Figura composta por duas áreas do eixo Solimões-Amazonas, evidenciando a extensão e a complexidade das planícies alagáveis "várzeas" adjacentes aos grandes rios da Amazônia, sendo A- Baixo Solimões (incluindo a ilha do Careiro e o sistema do Lago dos Reis no canto esquerdo) no período de águas altas; B – Baixo Solimões (incluindo a ilha do Careiro e o sistema do Lago dos Reis no canto esquerdo) no período de águas baixas; C – Baixo Amazonas no período de águas altas; D - Baixo Amazonas no período de águas baixas.....	104
Figura 25. Imagem do sistema do Lago dos Reis capturada pelo satélite Sentinel 2A, entre os dias 11/05/2018 e 30/06/2018, período de águas altas, com a mediana das bandas B4, B8 e B2.	105
Figura 26. Imagem do sistema do lago dos Reis, capturada pelo satélite Sentinel 2A, entre os dias 01/11/2018 e 01/01/2019, período de águas baixas, com a mediana das bandas B4, B8 e B2.	105
Figura 27. Exemplares de pirarucu sendo pesados	127
Figura 28. Quelônios sendo avaliados para aferir o valor	128

Figura 29. Procedimentos de extração do látex.	129
Figura 30. Peixe saldo depositado em paneiro confeccionado de fibras de jauari (<i>Astrocaryum jauari</i>).	133
Figura 31. Farinha à venda em embalagem orgânica.....	133
Figura 32. Localização dos sítios pesquisados nos arredores do baixo rio Negro, AM	136
Figura 33. Caioé (<i>Elaeis ole</i>) cultivado no sítio arqueológico como estrato de solo de terra preta que segundo Simões (1974) têm “1, 50 m de espessura”, contendo volume da indústria cerâmica em superfície interessante.	137
Figura 34. Exemplo de sistemas agroflorestas culturais elaborado pelas populações humanas pré-colombianas, literalmente em ecossistemas de várzea. E, mantido pela agricultura familiar na comunidade São Francisco da Terra Nova.	137
Figura 35. Fragmentos cerâmicos com digitais humanas manifestam a identidade do homem da várzea da Ilha de Terra Nova.....	138
Figura 36. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, no ponto 2, no acesso ao lago do Rei.....	138
Figura 37. Mapa da área de estudo. 1 Vestígios de Terra Preta na Costa da Terra Nova; 2 Sítio Arqueológico HataHara; 3 Lago Arunã em Manaquiri.....	140
Figura 38. Seca de 2005, em Manaquiri, ocasionou à morte de toneladas de peixes acarretado pelo aquecimento d'água.	143
Figura 39. Milhares de acari, arraia, tucunaré, branquinha, surubim, aracus, cuiú-cuiú, aruanã etc.	143
Figura 40. Prejuízo incalculável a perda de alimentos em Manaquiri.	144
Figura 41. A ausência de oxigênio e a água aquecida diminuem as populações de peixes em Manaquiri.....	144
Figura 42. O Paraná de acesso ao rio Manaquiri com 10cm d'água.	145
Figura 43. Peixes moqueados ou em conserva, modelos fadados à extinção.....	148
Figura 44. Farinha acondicionada em paneiros, modelos fadados à extinção.....	148
Figura 45. Pirâmide etária dos habitantes do município do Careiro da Várzea/AM.....	154
Figura 46. Tempo de moradia no local dos comunitários entrevistados na APA do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM.....	155
Figura 47. Principais fontes de renda dos moradores do entorno do Lago do Rei.....	156

Figura 48. Localização e número de estudantes das Escolas Municipais da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas.	159
Figura 49. Localização e número de estudantes das Escolas Municipais da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas.	159
Figura 50. Percepção da população local quanto a redução da dimensão do Lago do Rei como efeito das grandes cheias, em Careiro da Várzea-AM.	162
Figura 51. Locais de ocorrência (a) e frequência de mortandade de peixes (b) na região do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM, de acordo com a percepção dos moradores locais.	164
Figura 52. Diagrama de fatores causais da mortandade de peixes na região do Lago do Rei, de acordo com a percepção de pescadores e moradores locais.	166
Figura 53. Imagem de satélite do Landsat 8 (RGB654) de 20.11.2020 e imagens de drone tomadas na visita técnica do TCE, UFAM e UEA em 18.11.2020, as setas em vermelhos indicam a posição geográfica das imagens de drone.	173
Figura 54. Transformações nas paisagens na Ilha do Careiro e no Lago do Rei ao longo dos anos.	182
Figura 55. Área em hectare (ha) do uso da terra época da vazante (novembro de 1986, 2000 e 2015).	184
Figura 56. Quantidade de área de uso da terra (ha) no contexto socioecológico da Ilha do Careiro.	185
Figura 57. Uso intensivo (solo exposto + agropecuária) na Ilha do Careiro ao longo dos anos.	186
Figura 58. Cotagrama das cotas médias do rio Amazonas medidas na Estação Careiro.	188
Figura 59. Cotagrama referente a vazante do rio Amazonas na Estação de Careiro.	190
Figura 60. Relação entre a cota do rio Negro a área total de espelhos d'água dos lagos da Ilha do Careiro da Várzea calculada para a data de ocorrência do valor da cota mínima anual do rio.	191
Figura 61. Amplitude do pulso de inundação anual e número de dias de cotas inferiores a 18 metros no rio Negro.	195
Figura 62. Mapa gerado a partir da mediana das bandas B4, B8 e B2 do satélite Sentinel 2 - A – Imagem de satélite no mês de junho para o ano 2019; B - Imagem de satélite no mês de novembro para o ano 2019; C - Imagem de satélite no mês de junho para o ano 2020 e D - Imagem de satélite no mês de novembro para o ano 2020.	198

Figura 63. Painel de monitoramento de notícias sobre a Mortandade de Peixes no Amazonas.	215
Figura 64. Reprodução de notícia do G1 Amazonas publicada em 26/11/2015, acesso em 09/12/2020 no link: http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/11/seca-mata-25-mil-toneladas-de-peixes-em-cidade-do-interior-do-amazonas.html	216
Figura 65. Porto da Ceasa.	223
Figura 66. Resíduos recicláveis tipo D dispostos inadequadamente.	224
Figura 67. Resíduos recicláveis tipo D dispostos inadequadamente na área próxima às embarcações.....	224
Figura 68. Resíduos recicláveis tipo D encontrados na saída da balsa amarela.	225
Figura 69. Resíduos tipo D lançados no corpo d'água.	225

Lista de Tabelas

Tabela 1. Equipe da Auditoria.	23
Tabela 2. Parâmetros e respectivos limites da classe 2, para fins de aquicultura e pesca.	28
Tabela 3. Classificação do IET para rios segundo o índice de Carlson.	30
Tabela 4. Índice de parâmetros mínimos para a preservação de comunidades aquáticas (IPMCA).	30
Tabela 5. Índice de estado trófico (IET).	31
Tabela 6. Valores do índice para proteção da vida aquática (IVA).	31
Tabela 7. Produção de pesca do mapará em 2020 do Lago do Rei.	53
Tabela 8. Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.	68
Tabela 9. Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.	70
Tabela 10. Metodologia das análises de água realizadas.	72
Tabela 11. Parâmetros de referência utilizados.	73
Tabela 12. Nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade de Águas – IQA, nos três pontos de coleta no Lago do Rei.	74
Tabela 13. Quantidades máximas de coliformes termotolerantes.	76
Tabela 14. Efeito do pH sobre os organismos aquáticos.	78
Tabela 15. Quantidades máximas para demanda bioquímica de oxigênio.	80
Tabela 16. Quantidades máximas de nitrogênio total.	83
Tabela 17. Quantidades máximas de fósforo total.	84
Tabela 18. Quantidades máximas de turbidez.	87
Tabela 19. Quantidades máximas de sólidos totais.	89
Tabela 20. Quantidades máximas de oxigênio dissolvido.	91
Tabela 21. Valores de condutividade elétrica para diferentes tipos de água ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	93
Tabela 22. Valores de condutividade elétrica dos 03 (três) pontos analisados no acesso ao Lago do Rei.	93

Tabela 23. Riqueza de espécies e diversidade de assembleias de peixes em lagos de várzea da Amazônia	108
Tabela 24. Ossos de Peixes identificados em escavações arqueológicas na Amazônia Central	123
Tabela 25. Relação dos nomes dos povos que interagem no Rio Negro em 1639.	131
Tabela 26. Área de berçários de peixes em Manaquiri - AM.	146
Tabela 27. A área de pesca no período de cheia do rio Manaquiri.	146
Tabela 28. Percepção dos moradores do entorno do Lago do Rei quanto a relação com as cheias extremas do Rio.....	163
Tabela 29. A mortandade dos peixes traz algum benefício para o meio ambiente.	167
Tabela 30. Data de aquisição das imagens Landsat do sensor TM, ETM+ e OLI.	175
Tabela 31. Classes de Uso da Terra - Época de Vazante.....	181
Tabela 32. Cotas medidas na Estação do Careiro – Período Vazante	189
Tabela 33. Resumo dos conteúdos das respostas das entrevistas com pescadores e pescadoras da comunidade Igarapé do Lago do Rei, Careiro da Várzea-AM.	193
Tabela 34. Dados das cotas mínimas e data de aquisição das imagens analisadas.....	194

SUMÁRIO

I. Diagnóstico Referente à Auditoria de Campo.....	22
Apresentação.....	22
Antecedentes	23
Objetivos e escopo da auditoria	24
Metodologia	24
Levantamento de dados locais	25
Síntese Histórica da Mortandade de peixes no Lago do Rei.....	25
Parâmetros de qualidade de água, periodicidade e pontos de coleta para monitoramento.....	27
Coleta e análise da água	31
Referências	34
 II. O Município do Careiro da Várzea	36
Aspectos históricos	36
Aspectos geográficos	37
Localização.....	37
Aspectos Abióticos	38
Clima	38
Solos/Geologia.....	39
Relevo	39
Recursos Hídricos	39
Vegetação.....	40
Fauna.....	40
Aspectos Socioeconômicos.....	41
Características socioculturais.....	41
Referências	42

III. Área de Proteção Ambiental da Ilha do Careiro Lago do Rei	44
Contextualização	44
Metodologia	45
APA Ilha do Careiro Lago do Rei	45
Referências	48
 IV. Acordos de Pesca na Área de Abrangência do Lago do Rei, Careiro da Várzea-AM.....	50
Contextualização	50
Metodologia	51
Resultados	51
Da Pesca ou Despesca	52
Entrevistas com pescadores locais	53
Referências	55
 V. Dinâmica Fluvial: Compartimentação Geológica-Geomorfológica no Careiro da Várzea	57
Introdução.....	57
Compartimentação Geológica-Geomorfológica no Careiro da Várzea	58
Dinâmica Fluvial do Rio Solimões-Amazonas.....	60
Referências	65
 VI. Análises dos Parâmetros do Índice de Qualidade de Águas – IQA de Três Pontos no Acesso ao Lago do Rei	67
Introdução.....	67
Índice de Qualidade das Águas	68
Metodologia	71
Coleta e Amostragem	71
Metodologia de Análise	72
Materiais Utilizados	72
Resultados e Discussão.....	73

Coliformes Termotolerantes	75
Potencial Hidrogeniônico.....	77
Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	80
Nitrogênio Total.....	81
Fósforo Total.....	84
Temperatura	85
Sólidos Totais	88
Oxigênio Dissolvido.....	90
Condutividade Elétrica	92
Valor do IQA	93
Registros Fotográficos.....	94
Conclusão.....	97
Referências	98

VII. Seca na Amazônia Central e a Morte de Peixes 102

Introdução.....	102
O Ambiente	102
As várzeas amazônicas.....	102
O sistema do Lago do Rei	104
Os peixes das várzeas.....	107
Composição das assembleias de peixes das várzeas amazônicas	107
Fatores que influenciam a composição das assembleias de peixes das várzeas amazônicas	108
Aspectos fisiológicos de peixes de várzea, respiração e hipóxia.....	109
Aspectos ecológicos dos peixes da várzea, com ênfase nos padrões de migração	110
Estimativa de biomassa de peixes na várzea	111
Ocupação humana e as atividades produtivas nas várzeas	112
Agricultura	112
A pesca	113

Gestão da pesca e o seguro defeso	113
Referências	115
VIII. Dieta Alimentar e a Mortandade de Peixes em Cinco Décadas na Amazônia Central	121
Introdução	121
Dieta alimentar	122
Dieta alimentar à base de Peixe na Amazônia Central Pré-colombiana.....	122
A Ilha do Careiro.....	125
A Comunidade São Francisco está assentada na Ilha de Terra Nova.....	134
Sítio Arqueológico Canteiro Ilha da Terra Nova	135
Mortandades de Peixes	139
Panorâmica de mortandades de peixes em período de secas de 1963-2020 em Manaquiri - AM	139
Registros Fotográficos.....	143
Ajuri para transformar os peixes mortos em farinha de peixe “Piracuí”	147
Considerações Finais	149
Referências	150
IX. Percepção da Comunidade Local sobre os Efeitos da Mortandade de Peixes no Lago do Rei	153
Contextualização	153
Metodologia	154
Distribuição etária da população	155
Fonte de renda dos moradores do entorno do Lago do Rei	156
Educação e a relação com a região do Lago do Rei	158
Saúde dos moradores	160
Mudanças ambientais e efeito da mortandade de peixes percebidos pela comunidade local	161
Mudanças ambientais percebidas	161

Locais, frequência e possíveis causas da morte dos peixes na região do Lago do Rei	164
Benefícios ou malefícios da mortandade de peixes	167
Referências	169
X. Transformações na Paisagem do Lago do Rei	171
Introdução	171
Metodologia	174
Processamento das imagens Landsat	174
NDVI (Normalize Difference Vegetation Index)	176
NDVI das imagens do Landsat 5 e 7	176
NDVI das imagens do Landsat 8	177
Análises Hidrológicas e Espelho d'água	178
Análises de Sedimento	179
Transformações nas Paisagens	179
Análises Hidrológicas	187
Cota da Vazante - estação do Careiro	187
Cotas do Porto de Manaus e Espelho d'água	190
Deposição de Sedimento na Ilha do Careiro	196
Considerações Finais	199
Referências	200
XI. Recomendações para Auditoria Ambiental	204
PLANO DE AÇÃO AMBIENTAL	205
Monitoramento Hidrológico e da Qualidade da Água	205
Medição da vazão	205
Caracterização geral da bacia	206
A qualidade da água	206
Geomorfologia	207
Pedologia	207

Monitoramento dos Resíduos	207
Políticas Públicas para a Pesca no Estado do Amazonas	208
Diagnóstico Socioambiental da População Local	208
Desmatamento.....	209
Pesca	209
Construção de Barragem	209
Retirada dos peixes.....	209
Frigorífico.....	210
Promover o Uso Adequado dos Recursos Naturais.....	211
Estudo das barragens	211
ATLAS ODS	215
Painel de Monitoramento de Notícias.....	215
AÇÕES NA ÁREA SOCIOAMBIENTAL.....	217
Caracterização da área de estudo.....	217
O estado da implementação da APA Ilha do Careiro Lago do Rei	217
Recomendação de auditoria nos Sistemas Municipais de Unidades de Conservação	218
Implementação de Infraestrutura e Serviços	218
TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM DO LAGO DO REI	219
Recomenda-se aos órgãos ambientais:	219
Achados de Auditoria	220
Resíduos Sólidos Recicláveis	220
Porto da Ceasa	222
Referências	226

Apresentação

Em 15 de novembro de 2020, ocorreu um relato de grande mortandade de peixes no sistema do Lago do Rei (Ilha do Careiro), na margem direita do rio Amazonas. O Tribunal de Contas do Estado (TCE-AM) reagiu prontamente aos relatos e determinou as universidades UFAM e UEA, com as quais possui um convênio técnico desde 2018, a realização de uma série de ações com a finalidade de estudar o fenômeno, avaliando se o mesmo ocorreu por causas naturais ou antrópicas.

Em atenção à situação, o Tribunal de Contas do Estado procedeu com bastante rapidez, organizou uma série de visitas técnicas ao local, após reuniões online de planejamento das ações. Em uma das primeiras visitas, participaram o Conselheiro Júlio Pinheiro, técnicos do órgão e pesquisadores/professores da UFAM e UEA.

A primeira visita ao local ocorreu em 18 de novembro de 2020, identificando efetivamente uma grande quantidade de peixes mortos nas margens do igarapé que dá acesso ao Lago, denominado de Igarapé do Rei. Os peixes mortos estavam retidos pela vegetação, formando bancos de animais em decomposição. E o canal apresentava uma baixa profundidade, dificultando a navegação até de barcos com motor “rabeta”. Durante essa visita, os moradores relataram que a mortandade de peixes teve início aproximadamente dez dias antes, sendo um fenômeno que vem se repetindo e se intensificando nos últimos anos, durante a estação de águas baixas (vazante) regionalmente conhecida como época de “SECA”.

No dia 01 de dezembro de 2020, foram enviadas perguntas através do aplicativo de mensagens instantâneas (*WhatsApp*), contendo um conjunto de questões direcionadas aos pescadores do Lago do Rei, da comunidade Cristo Rei, sobre a ocorrência da grande mortandade de peixes que acontece no local. Como retorno, foram sensibilizados cinco pescadores, dentre os mais práticos, que responderam às questões com base nos seus conhecimentos e experiências. Estas entrevistas subsidiaram parte do diagnóstico ambiental.

Em 02 de dezembro de 2020, professores e pesquisadores da UFAM visitaram as Secretarias de Saúde e Educação do município de Careiro da Várzea, com intuito de

levantar dados primários, que estrategicamente compõem a seção do componente socioeconômico deste diagnóstico.

Em 09 de dezembro de 2020, os pesquisadores da UFAM se direcionaram a sede do município de Careiro da Várzea, com finalidade de coletar informações mais detalhadas sobre os eventos de mortandade de peixes, junto ao Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas - IDAM e a Secretaria Municipal de Pesca. Estes órgãos disponibilizaram dados e informações importantes que auxiliaram nas recomendações para a auditoria ambiental.

Em 09 de dezembro 2020, foram enviados links de um formulário online na plataforma *google forms*, com perguntas abertas e fechadas sobre os aspectos socioeconômicos e o papel e a importância do TCE-AM, para mitigar essa mortandade de peixes, no período da vazante/seca da Ilha do Careiro. Esses formulários foram encaminhados para alguns colaboradores, moradores da Ilha do Careiro, que se responsabilizaram pelo repasse de informações junto aos seus familiares, vizinhos e amigos. Os resultados subsidiaram o capítulo socioeconômico deste documento.

Em 10 de dezembro 2020, por meio do Projeto Atlas ODS, também em parceria com o TCE-AM, os pesquisadores prepararam um painel analítico com base no *clipping* de notícias sobre eventos de mortandade de peixes, no estado do Amazonas, desde 2005. Esses dados constituem a linha de base para o monitoramento anual do fenômeno, visando subsidiar o TCE-AM, UFAM e UEA com dados históricos.

Em 11 de dezembro 2020, uma equipe de pesquisadores/professores da UFAM e UEA se deslocaram até a comunidade Cristo Rei, no Lago do Rei, para o levantamento de dados primários sociais, econômicos e ambientais e a medição de profundidade no Lago, os quais foram utilizados neste diagnóstico.

Uma análise preliminar, discutida pelos pesquisadores, logo após a primeira expedição, indicou a inexistência de causas antrópicas agudas como a contaminação da água por agentes externos (de ação antrópica), como poluentes. As análises da água *in loco* realizadas durante essa primeira visita técnica, demonstraram níveis extremamente baixos de oxigênio, possibilitando observar peixes buscando a superfície para respirar, indicando preliminarmente, que as mortes ocorreram por hipóxia.

As hipóteses de trabalho para construção do diagnóstico são que: (i) causas apontadas para essa mortandade de peixes podem ter origem natural ou antrópicas de escala global, como mudanças climáticas que podem estar aumentando a ocorrência/intensidade de secas; (ii) causas antrópicas locais como desmatamento no entorno do Lago, com consequente assoreamento do sistema de várzea; ou (iii) interação de agentes causais atuando nas escalas global, regional e local são determinantes para a ocorrência das mortandades.

O objetivo deste documento, coordenado pelo TCE-AM e alinhado às duas universidades públicas do Amazonas (UFAM e UEA) consiste na construção de um diagnóstico ambiental robusto que permita a identificação das causas da mortandade de peixes, como linha de base para indicar aos órgãos públicos as estratégias mais viáveis e que sejam capazes de evitar e/ou mitigar o fenômeno no sistema do Lago do Rei (Ilha do Careiro), no Careiro da Várzea.

Capítulo I



I. Diagnóstico Referente à Auditoria de Campo

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Anete Jeane Marques FERREIRA

Antônio de Lima MESQUITA

Carlos Edwar de Carvalho FREITAS

Cloves Farias PEREIRA

Fábio de Sousa CARDOSO

Jacklene Briglia AMOEDO

José Luiz SANSONE

Neliane de Sousa ALVES

Rubelmar AZEVEDO FILHO

Valdete Santos de ARAÚJO

Apresentação

Este documento apresenta um relatório de análise e diagnóstico preliminar referente à auditoria de campo realizada no dia 18 de novembro de 2020, pela equipe de pesquisadores da Universidade do Estado do Amazonas - UEA e Universidade Federal do Amazonas - UFAM, a pedido do Tribunal de Contas do Estado do Amazonas - TCE-AM, por meio do seu conselheiro Dr. Júlio Pinheiro, que recebeu denúncia da mortandade de peixes que vem ocorrendo no Lago do Rei por uma das moradoras da comunidade da referida localidade.

O objetivo é relatar e/ou aferir potenciais impactos hidrológicos, socioambientais e econômicos ocorridos em período de vazante no Lago do Rei, um sistema hídrico de várzea, que fica à margem esquerda do Rio Amazonas. O TCE /AM, com apoio de uma equipe técnica formada por professores/pesquisadores da Universidade do Estado do Amazonas-UEA e da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, no âmbito da parceria com essas instituições, tem realizado ações de auditorias ambientais de modo a recomendar medidas de gestão ambiental, preventivas e mitigadoras, compreendendo observação das

obrigações e responsabilidades de gestores públicos, conforme legislação ambiental e a efetivação das referidas medidas.

No dia 18 de novembro de 2020, a equipe de Assessoria Técnica da UEA e UFAM que deu apoio às ações ambientais coordenadas pelo Conselheiro, Dr. Júlio Pinheiro, do Tribunal de Contas do Estado do Amazonas e a direção do Departamento de Auditoria Ambiental - DEAMB, na pessoa da Sra. Anete Ferreira, esteve no lago de várzea, conhecido por Lago do Rei, no município de Careiro da Várzea. Com base em diligência realizada devido a ocorrência da mortandade de peixes em larga escala, foram fiscalizar/observar o fenômeno e possíveis impactos hidro socioambientais no referido local pela equipe de auditoria (Tabela 1).

Tabela 1. Equipe da Auditoria.

Nome	Instituição
Júlio Pinheiro (Conselheiro)	TCE-AM
Anete Jeane Marques Ferreira (Coordenadora)	TCE-AM
Ana Cláudia Jathai	TCE-AM
Carlos Edwar de Carvalho Freitas	UFAM
Cloves Farias Pereira	UFAM
Rafael Oliveira	UEA
Sara Kathleen Loiola	UEA
Valdete Santos	UEA

Antecedentes

A Auditoria Operacional e Ambiental foi coordenada pelo Departamento de Auditoria Ambiental (DEAMB) para atender a propositura feita pelo Conselheiro Júlio Assis Corrêa Pinheiro. A equipe do convênio (UEA e UFAM) foi notificada no dia 15/11/2020 e o Tribunal Pleno, em 17/11/2020. Os trabalhos iniciaram imediatamente com a aprovação da Presidência do TCE/AM, Conselheiro Mário de Melo.

Objetivos e escopo da auditoria

Analisar a gravidade e possíveis causas da mortandade de peixes no Lago do Rei, bem como, subsequentemente, sugerir medidas mitigadoras aos problemas ambientais no entorno.

As questões de auditoria foram assim delimitadas para definir o escopo dos trabalhos.

- Como começou a sequência de eventos que levou à morte dos peixes?
- Quando os peixes foram vistos mortos pela primeira vez? (Início, estimativa de tempo que os peixes começaram a morrer)
- Quais fatores têm contribuído para este fenômeno?
- Os fenômenos que levaram à mortandade dos peixes são de origem naturais ou antrópicos?
- Os parâmetros físico-químicos da água do Lago do Rei estão em conformidade com a Resolução do CONAMA N. 357/2005 e no Programa Nacional de Qualidade das Águas – PNQA?
- Que ações práticas poderiam ser adotadas de forma a resolver ou mitigar tais problemas?

Metodologia

O método escolhido foi o estudo de caso, seguido de pesquisa documental do período de 2010 a 2020 (períodos de frequentes ocorrências). Preliminarmente, foi desenvolvido o planejamento da auditoria, onde foi delineado o escopo geral. Optou-se em produzir provas por meio da análise laboratorial da qualidade de água do Lago do Rei em três pontos, e analisar a extensão do lago por meio de drone. Acrescentou-se a observação direta e o registro fotográfico, visando fortalecer os achados na auditoria.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os pescadores da associação de pesca da comunidade, além de levantamento histórico da reincidência da ocorrência

desse fenômeno ambiental. Fez-se ainda o levantamento histórico da mortandade de peixes nas principais secas ao longo dos últimos vinte anos.

Levantamento de dados locais

Foi realizado a primeira visita local saindo do porto da CEASA de Manaus em uma lancha com 16 lugares, sendo a equipe formada por oito integrantes, sendo seis pesquisadores e dois moradores locais.

As embarcações usadas para realização da vistoria técnica in loco foram 3 (três) canoas de madeira e 3 botes de alumínio. O motor utilizado em ambas as embarcações foi o motor do tipo “rabeta”. As coletas e análises das águas foram feitas pela Central de Análises Químicas (CAQ/UEA) seguindo as recomendações da ANA.

Síntese Histórica da Mortandade de peixes no Lago do Rei

O Lago do Rei é um complexo formado por mais de 60 lagos de várzea e representa uma das mais remotas e tradicionais regiões pesqueiras próximas a Manaus. Informações secundárias confirmam que a mortandade de peixes no referido lago vem ocorrendo desde 2005, 2009, 2010, 2012, 2015 e mais atualmente 2020 (A CRÍTICA, 2020). Esses períodos coincidem com as piores secas na região Norte.

O Lago do Rei possui uma altitude média de 11 m e está localizado em região de várzea a 25 km de Manaus pela margem direita do rio Amazonas. Nos períodos de seca, a profundidade média do lago não ultrapassa 1 m, enquanto na cheia os valores podem atingir entre 10 e 12 m (ODINETZ-COLLART & MOREIRA 1993). O Lago do Rei que antigamente tinha o nome de Pesqueiro Real das Tartarugas servia como fornecedor de carne de pescado e de quelônios consumidos pela população civil e pelos soldados da borracha que viviam às margens do rio Negro, na época em que Barcelos era a capital do Estado do Amazonas (STERNBERG, 1998). Em março de 2020, a pesca do Mapará no Lago do Rei voltou a ser liberada. Esta espécie se encontra na lista do período de defeso (15 de

novembro 2019 a 15 março de 2020). Naquela ocasião, a expectativa de extração dessa espécie de peixe era de 250 toneladas até 20 de março de 2020 (SEPROR, 2020).

Verifica-se uma repetição histórica de ocorrências similares ao longo desses anos, ocasionando com essa mortandade o aumento da poluição ambiental nos rios e lagos, alterando a paisagem em um ambiente insalubre devido ao forte odor de putrefação da carne dos peixes. A poluição gera ainda consequências trágicas a comunidade que vive no seu entorno, pois além de pescarem peixes em situação crítica, sofrem com esse ambiente prejudicial.

A CETESB (2020), afirma que dentre os principais fatores que favorecem a ocorrência de mortandades destacam-se:

- A falta de capacidade dos peixes de regular a temperatura do corpo;
- Suportar uma faixa estreita de temperatura;
- Viver em ambientes restritos (capacidade de fuga limitada);
- Dependem da água para a alimentação, reprodução, crescimento e respiração.

Pesquisadores como Santos (1979); Lowe-McConnel (1987), em seus estudos garantem que:

- Áreas alagadas acabam formando um ambiente inóspito e hipoxêmico, devido à intensa decomposição da matéria orgânica que consome o oxigênio dissolvido na água e libera o gás sulfídrico. Esta condição limnológica pode causar a mortandade dos peixes que entram nestes ambientes em determinados períodos do ano.

A pesca na região amazônica destaca-se em relação às demais regiões brasileiras, tanto costeiras quanto de águas interiores, pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população tradicional a esta atividade.

Os efeitos ambientais atingem tanto a ictiofauna quanto a comunidade local. Os efeitos observados sobre a ictiofauna podem ser decorrentes das ações naturais, como também pela combinação do assoreamento do solo e da sedimentação ao longo das margens do Lago do Rei. Na pesca, a natureza é colaboradora, uma mãe, e quando a

natureza é prejudicada, as comunidades de pescadores artesanais são prejudicadas. Araújo *et al.*, (2020) concluíram que “não há como dissociar os impactos danosos no meio ambiente das implicações negativas para o meio de vida das comunidades de pescadores”.

A flutuação da descarga dos rios causa a alagação das áreas marginais e a ampliação das áreas de água doce do estuário. As áreas periodicamente alagadas provêm grande parte da base energética que sustenta os recursos pesqueiros explorados comercialmente. Frutos, folhas e sementes, derivados de florestas e campos alagados, algas planctônicas e perifíticas, que crescem nos ambientes lacustres e nas áreas alagadas menos sombreadas, são as principais fontes de energia primária para a cadeia trófica aquática amazônica (GOULDING, 1980). Na estação de cheia e enchente os problemas são minimizados, porém na estação de seca, tais problemas são avassaladores para a região. Estudos de Freitas *et al.* (2018) afirmam que as mudanças climáticas afetam a ictiofauna:

Tais efeitos promovem o aumento da temperatura, oscilações nos níveis de oxigênio da água e alterações no ciclo hidrológico em decorrência dos eventos de secas e inundações extremas. Nos peixes, esses efeitos têm implicações biológicas comprometendo a fisiologia das espécies ecológicas com significativas alterações nos aspectos reprodutivos, alimentares e migratórios, além de variações na abundância e riqueza das espécies; as quais eventualmente terão consequências diretas na produção pesqueira.

Associados a esses eventos de secas extremas, tem-se o conflito entre pescadores e jacarés. RAYNOR *et al.* (1983) e FLANDRAY *et al.* (1989), apontam que o jacaré-açu pode causar morte ou ferimentos graves através de trauma físico, perda de sangue e infecções secundárias graves (especialmente em ataques de espécimes de grande porte).

Parâmetros de qualidade de água, periodicidade e pontos de coleta para monitoramento.

Os usos de parâmetros de qualidade de água para definição de enquadramento dos corpos d'água são uma determinação da Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

No artigo 4º, Inciso III, da Resolução CONAMA nº 357 informa-se a caracterização das águas de classe 2, na qual inclui-se a atividade de pesca:

...III - classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Essa Resolução define que em águas doces de classe 2, onde ocorre pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, são 121 parâmetros de qualidade de água (físicos, químicos e microbiológicos) que devem ser analisados, conforme é apresentado.

Tabela 2. Parâmetros e respectivos limites da classe 2, para fins de aquicultura e pesca.

Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos	Limites
Corantes antrópicos	Ausentes
Materiais flutuantes	Ausentes
Óleos e graxas	Ausentes
Substâncias que causam odor	Ausentes
Resíduos sólidos objetáveis	Ausentes
Oxigênio dissolvido (mg/L)	≥ 5,0 mg/L
pH	Entre 6,0 e 9,0
Turbidez (UNT)	≤ 100 UNT
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Cor verdadeira	≤ 75 mg Pt/L
Clorofila-a (µg/L)	≤ 30 µg/L
Densidade de cianobactérias (cel/mL)	≤ 50.000 cel/mL
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7 mg/L N; para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N; para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N; para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N; para pH > 8,5
Nitrito (mg/L)	≤ 1,0 mg/L N
Nitrato (mg/L)	≤ 10,0 mg/L N
DBO (mg/L)	≤ 5,0 mg/L O ² *
Fósforo Total (mg/L)	≤ 0,030 mg/L P (ambientes intermediários) ³

	≤ 0,050 mg/L P (ambientes intermediários) ³
	≤ 0,1 mg/L P (ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários) ³
Coliformes Termotolerantes	≤ 1.000 por 100 mililitros
Metais e Substâncias relacionadas	Limites
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,1 mg/L As
Bário total	0,1 mg/L Ba

Fonte: BRASIL, 2005.

As mortandades de peixes são caracterizadas pela morte repentina de muitos peixes em um curto período, geralmente em uma área bem definida (CETESB, 2020). O Índice de Estado Trófico (IET) é utilizado para a caracterização do estado trófico de sistemas aquáticos, e tem como objetivo simplificar uma série de parâmetros em valores inteiros, fáceis de entendimento pelo público, tornando-se uma ferramenta utilizada para o gerenciamento da qualidade de água para comunidade científica.

Carlson (1977) com o objetivo de tornar mais clara a comunicação de estudos envolvendo a eutrofização e a classificação de corpos aquáticos propõe seu método. Este é um método de classificação de corpos d'água em diferentes graus de trofia (oligotrófico, mesotrófico e eutrófico). As três variáveis consideradas para o cálculo do IET são: clorofila-a, fósforo total e transparência.

Toledo Jr. *et al.* (1983) adaptou a pesquisa de Carlson (1977) para avaliar o grau de eutrofização em corpos d'água de regiões de clima subtropical, inserindo a variável o fosfato (PO_4^{3-}). Aprimorando o indicador criando mais duas classes de trofia (ultraoligotrófico e hipereutrófico).

Lamparelli (2004) desenvolveu diferentes IET para rios, reservatórios e lagos do estado de São Paulo. Este índice desenvolveu mais uma classe de trofia, a classe supereutrófico. Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

A avaliação correspondente à clorofila-a, IET(CL), deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o

nível de crescimento de algas (CETESB, 2011). Na Tabela 3, apresenta-se a classificação do IET para rios segundo o índice de Carlson.

Tabela 3. Classificação do IET para rios segundo o índice de Carlson.

Estado trófico	Critério	Cor correspondente
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	
Hipereutrófico	$IET > 67$	

Fonte: CETESB, 2011

Zagatto *et al.* (1999) propuseram o índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA). Esse índice tem como objetivo a avaliação da qualidade das águas visando a proteção da fauna e flora aquáticas. O IVA é composto por dois subíndices:

- Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação de Comunidades Aquáticas (IPMCA): Considera a concentração de substâncias que causam efeito tóxico sobre os organismos aquáticos. Os limites dos parâmetros foram determinados pela Resolução CONAMA nº 357 para as classes de enquadramento que se destinam à preservação da vida aquática;

Tabela 4. Índice de parâmetros mínimos para a preservação de comunidades aquáticas (IPMCA).

IPMCA	Qualidade da Água
1	Boa
2	Regular
3 e 4	Ruim
$\geq$	Péssima

Fonte: Zagatto et al., 1999.

Índice do Estado Trófico (IET) de Carlson modificado por Toledo:

Tabela 5. Índice de estado trófico (IET).

IPMCA	Qualidade da Água
1	Oligotrófica
2	Mesotrófica
3	Eutrófica
4	Hipereutrófica

Fonte: Zagatto *et al.*, 1999.

O IVA é calculado pela seguinte equação:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

Assim, os valores do IVA são classificados nas seguintes faixas, conforme consta na Tabela 6.

Tabela 6. Valores do índice para proteção da vida aquática (IVA).

Critério	Cor correspondente
$\leq 2,5$	Ótima
$2,6 < IVA \leq 3,3$	Boa
$3,4 < IVA \leq 4,5$	Regular
$4,6 < IVA \leq 6,7$	Ruim
$IET > 6,8$	Péssima

Fonte: Zagatto *et al.*, 1999.

Coleta e análise da água

Para a coleta e análise da água no Lago do Rei, empregou-se o rigor metodológico dos procedimentos de coleta de água recomendados pela ANA, principalmente quanto ao atendimento aos horários adequados para coleta e o prazo de validade da água até a entrega a CAQ, laboratório para análises de parâmetros químicos e bacteriológicos. Os técnicos envolvidos se certificaram de transportar todos os equipamentos necessários para

coleta adequada e de modo que as análises estejam de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Após uma hora de saída do Porto do Ceasa de Manaus, a equipe envolvida na investigação da morte dos peixes chegou ao início do Lago. Neste ponto, constataram-se presenças de peixes do tipo piranhas, além de urubus e o forte odor de material em estado de putrefação. Devido ao baixo nível do Lago, a equipe foi transferida para embarcações de pequeno porte com o máximo de 3 pesquisadores. Foram necessárias 4 embarcações para o transporte do material, equipamentos e pessoal.

À medida que avançavam os primeiros quilômetros do Lago, constataram-se a mortandade dos peixes, combinados com a presença marcante de urubus e garças, além do forte odor. Nos pontos de meandros, a concentração de peixes mortos aumentava e, na mesma proporção, o mau cheiro impregnante.

Foram feitas coletas de água para análises físico-químicas e microbiológicas em 3 pontos do lago. Percorreu-se por aproximadamente 2h30 min até chegar-se ao meio do Lago. Este foi o primeiro ponto (P1) de análise da água e coleta. A coleta contou com o apoio da UEA por intermédio dos equipamentos da CAQ/UEA. Nesse ponto, mediu-se e aferiu-se a profundidade do lago, obtendo-se o valor médio de 30 cm. Ainda neste ponto, com o auxílio da sonda analisadora multiparâmetro da marca Ysy (Figura 1), obteve-se os 5 parâmetros físico-químicos ao fundo do lago (temperatura, pH, oxigênio dissolvido-OD, condutividade elétrica e turbidez).

A auditoria inovou ao realizar as análises das águas *in loco* com os equipamentos de última geração além de contar com o uso de Drone para mapear a região de estudo.

Após 30 min de canoa motorizada, chegou-se ao segundo ponto (P2), considerado o local crítico por causa do confinamento de peixes e de jacarés, estando o lago muito raso. Neste local, mediu-se novamente os 5 parâmetros e fez-se a segunda coleta de água para análise laboratorial na CAQ/ UEA. Neste mesmo local realizou-se o sobrevoo para mapeamento da paisagem.

O terceiro ponto de coleta de água (P3) ocorreu na entrada do Lago (Figura 2), onde se realizou o mesmo procedimento de coleta e edições de parâmetros pré-estabelecidos.



Figura 1. Coleta dos parâmetros físico-químicos no P3.



Figura 2. Terceiro ponto de coleta da Água (P3) no Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM

Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA Resolução nº 357, 17 de março de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005.

ODINETZ-COLLART, O. & L.C MOREIRA. (1993). **Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro)**. Amazoniana, Manaus, 12 (3/4): 399-413.

RAYNOR, A. C; BINGHAM, H. G; CAFFEE, H. H; DELL, P. (1983). **Alligator bites and related infections**. J Fla Med Assoc. 70:107-110.

SEPROR. **Sepror participa da abertura da Pesca do Mapará no Lago do Rei, no município de Careiro da Várzea**. Disponível em: <https://http://www.sepror.am.gov.br>. Acesso em 30 de dezembro de 2020.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro**. 1954. Reimpressão, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

Capítulo II



II. O Município do Careiro da Várzea

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO
Antônio de Lima MESQUITA
Ademar Roberto Martins de VASCONCELOS
Carla Souza CALHEIROS
Carlossandro Carvalho de ALBUQUERQUE
Elton Alves de Souza FILHO
Fábio de Sousa CARDOSO
Jacklene Briglia AMOEDO
Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO
José Luiz SANSONE
Nádia Verçosa de Medeiros RAPÔSO
Neliane de Sousa ALVES
Raimundo Cláudio Souza GOMES
Regina Yanako MORIYA
Rômulo TEIXEIRA
Rubelmar AZEVEDO FILHO
Valdete Santos de ARAÚJO
Yeda Hortêncio BATISTA

Aspectos históricos

O município do Careiro da Várzea tem suas primeiras referências históricas datadas de 1870, narradas pelo primeiro morador do Careiro, o senhor Francisco Ferreira, mais conhecido como Macuco. O povoamento data do ano de 1877, quando começaram a chegar em Manaus inúmeros imigrantes nordestinos, especialmente provenientes do Ceará, que se fixaram no Careiro.

No ano de 1890, o governador do Amazonas, através da Lei No 9, de 11 de janeiro do mesmo ano, criou as colônias de Santa Maria de Janauacá e de 13 de maio, no Cambixe, para fixar o grande número de pessoas que chegavam ao Careiro. Em 1938, o governador criou ao Distrito do Careiro pelo Decreto-Lei Estadual No 176, de 1º de dezembro de 1938, integrando o município de Manaus, pois o povoado estava em plena expansão com muitas famílias já residindo no local.

No governo de Plínio Ramos Coelho, a Lei No 99 de 19 de dezembro de 1955 emancipou o Distrito, criando o município do Careiro. Em 1977, a sede do município transferiu-se do ambiente de várzea para terra firme, situado às margens do lago do Castanho. Em decorrência disso, a Vila do Careiro perde o status de sede de município para a localidade do Castanho.

Dez anos depois, através da Lei No 1828 de 30 de dezembro de 1987, a Vila do Careiro recupera o status de sede e foro de município, com a criação do município de Careiro da Várzea, que foi desmembrado do município do Careiro.

Aspectos geográficos

Localização

O município do Careiro da Várzea está localizado à margem direita do rio Amazonas, com uma área territorial de 2.642 Km², tendo sua sede localizada na margem esquerda do Paraná do Careiro, distante 22 Km de Manaus em linha reta (01 hora de barco), limitando-se geograficamente com os municípios de Manaus, Iranduba, Manaquiri, Careiro (Castanho) e Itacoatiara com as coordenadas geográficas 03°11'50,6" latitude sul e 59°49'29,7" longitude oeste (Figura 3).

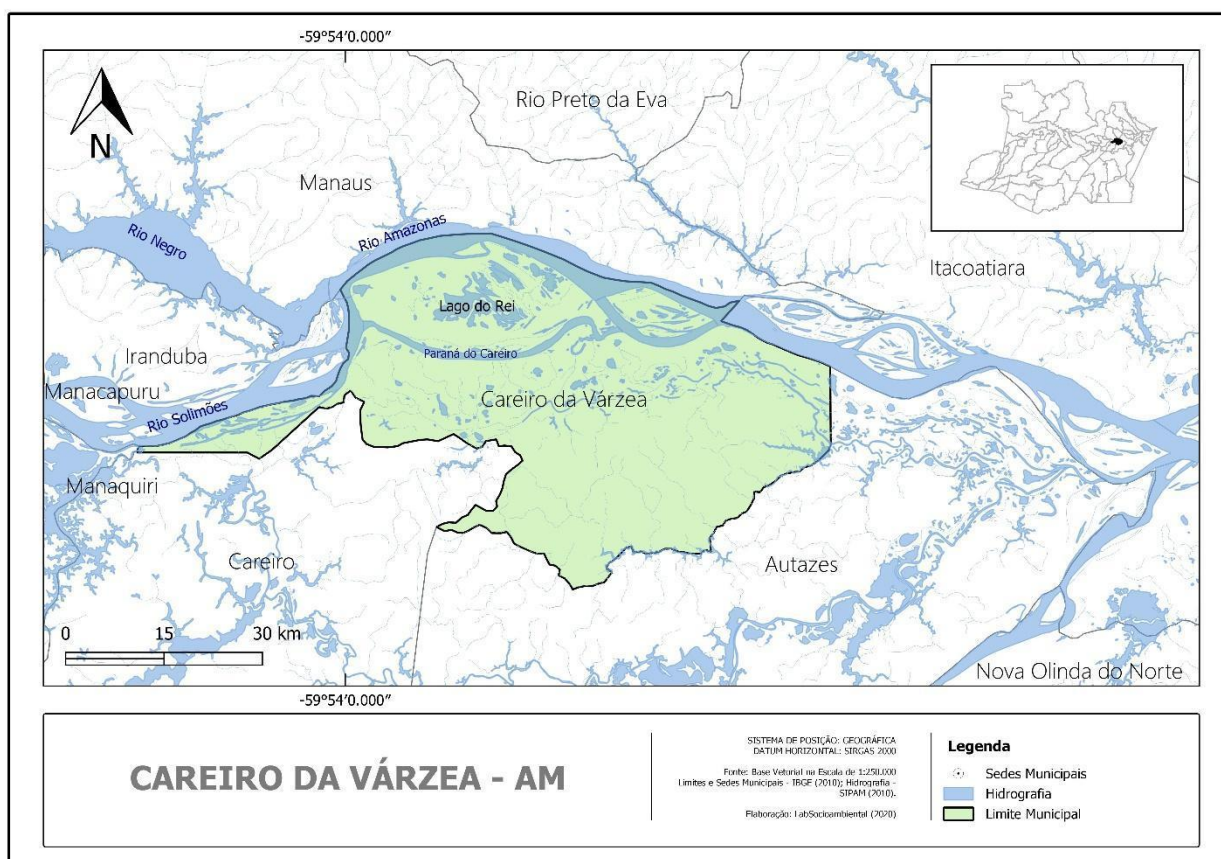


Figura 3. Mapa territorial do Município de Careiro da Várzea-AM.

Aspectos Abióticos

Clima

No município do Careiro da Várzea, de acordo com o sistema de Köppen, o clima predominante é o tropical, quente e úmido. A temperatura média anual oscila em torno de 28,3°C, e a umidade relativa do ar é sempre alta principalmente nos meses de maior incidência de chuvas, em média acima de 85%. A precipitação varia entre 2.000 mm e 2.500 mm anualmente.

Solos/Geologia

No município, há a predominância do solo Podzólico Vermelho Amarelo. Esse tipo de solo possui razoável fertilidade natural, estando associado a Laterita Hidromórfica, e uma sub dominância do Latossolo Amarelo aparecendo em faixas. Eventualmente ocorrem Latossolos Vermelho Amarelo, Areias Quartzosas Hidromórficas. São denominados regionalmente de solos de várzea e terra firme. Os solos de várzea são planos e resultam das sedimentações das partículas em suspensão dos rios de águas barrentas e, periodicamente, permanecem inundados. Os de terra firme, são ligeiramente planos e possuem uma textura arenosa, areno-argiloso com manchas de terra preta, denotando uma formação recente de origem sedimentar.

Relevo

A área do município apresenta relevo plano e homogêneo, com predominância do relevo dissecado em interflúvios tabulares e trechos conservados de superfície pediplanada, representado pela unidade morfoestrutural da Planície Amazônica, com formação recente sedimentar, datada da era cenozóica do período quaternário e terciário com altitudes que variam até 100 m.

Recursos Hídricos

O município do Careiro da Várzea possui uma vasta rede hidrográfica, constituída de rios, lagos e igarapés, além de inúmeros furos utilizados no período de enchente, com sistema de água branca.

Vários são os paranás que também passam pela área do Município, como os paranás do Careiro, do Cambixe, do Autaz-Mirim, do Curari/ Rosa Branca, do Parauá, do Murumurutuba e do Varre-Vento. Pode-se encontrar ainda, os furos do Gurupá e da Correnteza. Existem muitos lagos espalhados na região, com destaque para o Lago do Rei, muito utilizado para a pesca local.

Segundo a Resolução CONAMA nº357/2005 que classifica as águas doces, a atividade de pesca está classificada na classe 2: águas que podem ser destinadas à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Vegetação

A vegetação predominante no Município é a Floresta Tropical Densa, que recobre praticamente toda a área. Também há pastagens naturais na beira dos lagos e pastagens formadas artificialmente pela prática da pecuária.

Fauna

O Município do Careiro da Várzea apresenta muitas espécies de pássaros e de peixes com destaque para o bodó (*Liposarcus pardalis*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*), a sardinha (*Triportheus* sp), aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), pirarucu (*Arapaima gigas*) e pirapitinga (*Piaractus brachipomus*), Surubim. Há uma concentração alta da fauna no Lago do Rei, com a presença do jacaré-açu - *Melanosuchus niger*, da piranha - *Serrasalmus* sp e do “peixe rei” mapará (*Hypophthalmus* sp). O jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e o jacaretinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) são os jacarés mais comuns nas florestas alagáveis (várzeas e igapós) da Amazônia brasileira DA SILVEIRA *et al.* (1999).

Segundo Magnusson *et al.* (1987); Da Silveira *et al.* (1999) Magnusson, *et al.* (1999), os jacarés alimentam-se de presas pequenas, como insetos, aranhas, caranguejos, moluscos e peixes.

As principais aves identificadas nessa região são jaçanã ou piaçoca, garça branca grande (*Ardea alba*) e garça branca pequena (*Egretta thula*) e urubus rubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*).

Aspectos Socioeconômicos

Características socioculturais

A população do município é formada por indígenas, imigrantes nordestinos e caboclos ribeirinhos, perfazendo um total de 30.846 habitantes. O Município de Careiro da Várzea é o que apresenta a menor taxa de urbanização do estado do Amazonas (apenas 5,7%), tendo, portanto, mais de 95% dos seus habitantes residentes na zona rural, com 22.930 mil habitantes.

Existem 107 comunidades rurais no município do Careiro da Várzea (IBGE, 2010) localizada no rio Careiro da Várzea com pelo menos 150 habitantes. Nas comunidades rurais no Careiro da Várzea destaca-se as atividades de pesca. No Lago do Rei a pesca é uma atividade econômica muito importante, sendo inclusive a pescaria a única forma de renda para alguns moradores do Careiro da Várzea.

O período de defeso de pesca de aruanã, matrinxã, sardinha, pirapitinga, pacu e em especial do mapará vai de 15 de novembro de um ano a 15 de março do ano seguinte (SEPROR, 2020). O mapará terá destaque na pesca, "porque é a espécie mais abundante nesse período e, também, a de maior valor comercial, pois tem mercado certo no Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, além da Colômbia e outros países fronteiriços", explicou Osmir Medeiros, assessor de comunicação da Prefeitura do Careiro da Várzea.

Além do mapará e das outras espécies protegidas pelo defeso, o lago é rico em piranhas, jaraquis e diversas outras menos apreciadas para consumo (PORTALAMAZONIA, 2020). Segundo o secretário de Pesca do município de Careiro da Várzea, Aldo Procópio, no ano de 2020 existem 730 pescadores cadastrados, 500 canoas, 4 frigoríficos compradores de peixes e 11 barcos de compra (SEPROR, 2020). A estimativa foi de que no ano de 2020, em 3 dias, 200 toneladas de mapará, sem contar outros, serão pescados (PORTALAMAZONIA, 2020).

Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA Resolução nº 357, 17 de março de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005.

DA SILVEIRA, R & THORBARMARSON, JB. **Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil**. Biological Conservation, Vol. 88, Issue 1, April 1999, pages 103-109.

DA SILVEIRA, R & MAGNUSSON, WE **Diets of Spectacled and Black Caiman in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil** Journal of Herpetology Vol. 33, No. 2 (Jun., 1999), pp. 181-192.

GATO GUIMARÃES, D. **Avaliação do conflito entre pescadores e jacarés na Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro Lago do Rei” – Amazônia Central Brasileira**. Dissertação (Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável) - Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS. 2019. 64 pp.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/careiro-da-varzea.html>. Acesso em: 25 Nov. 2020

Capítulo III



III. Área de Proteção Ambiental da Ilha do Careiro Lago do Rei

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Therezinha de Jesus Pinto FRAXE

Ademar Roberto de VASCONCELOS

Monica Suani COSTA

Vinicius Verona MARTINS

Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO

Contextualização

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC, em seu Art. 15 define Área de Proteção Ambiental, como um espaço territorial extenso, com um certo grau de ocupação humana, de atributos abiótico e bióticos, estéticos ou culturais, fundamentais para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos, proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, estabelece que uma APA pode ser constituída por terras públicas ou privadas e devem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização dos seus recursos naturais, devendo proceder a instalação de um Conselho Gestor presidido pelo órgão responsável por sua administração, e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente.

Neste contexto, devido a importância que o Lago do Rei tem para a população local, pois as principais atividades econômicas são a pesca e a agricultura, praticadas em sintonia com o ciclo das águas, sendo a primeira o principal meio de subsistência, o governo municipal criou em 20 de julho de 2001, através da Lei Municipal No 0236/PMCV/2001 a APA “Ilha do Careiro Lago do Rei”, enquadrada como uma Unidade de Conservação de uso sustentável, sendo considerada como uma estratégia para a melhoria da qualidade de vida da população local, para a conservação da biodiversidade local, para o controle do território

e principalmente para a dinâmica de uso específico dos recursos naturais, resguardando os ecossistemas de várzea.

Metodologia

Foram realizadas pesquisas documentais junto aos órgãos municipais e estaduais, com objetivo de consubstanciar o diagnóstico ambiental através de dados secundários coletados. Essa pesquisa visa explicitar características peculiares de uma Área de Proteção Ambiental, especificamente a APA Ilha do Careiro Lago do Rei.

APA Ilha do Careiro Lago do Rei

Com uma superfície de aproximadamente 450 km² a APA abrange tanto a zona rural quanto urbana, uma vez que a sede do município do Careiro da Várzea está localizada dentro de seus limites. Os limites geográficos, foram estabelecidos a partir da confluência do Rio Negro com o Rio Solimões, na região de encontro de dois cursos d'água, formando o Rio Amazonas.

Observa-se na Figura 4, que embora os Sistemas Nacional e Estadual de Unidades de Conservação (SNUC/ SEUC) não estabeleçam a obrigatoriedade de uma zona de amortecimento, o estudo aponta a importância da “área circundante” da unidade de conservação dentro de um raio de 10 km, o que impedirá qualquer atividade que possa afetar a biota, mantendo assim, importantes áreas para a manutenção da sociobiodiversidade. As zonas de amortecimento, visam minimizar os impactos negativos sobre a Unidade e que também deve exercer um papel de relevante importância e prioridade por parte do poder público quanto a implementação de políticas públicas.

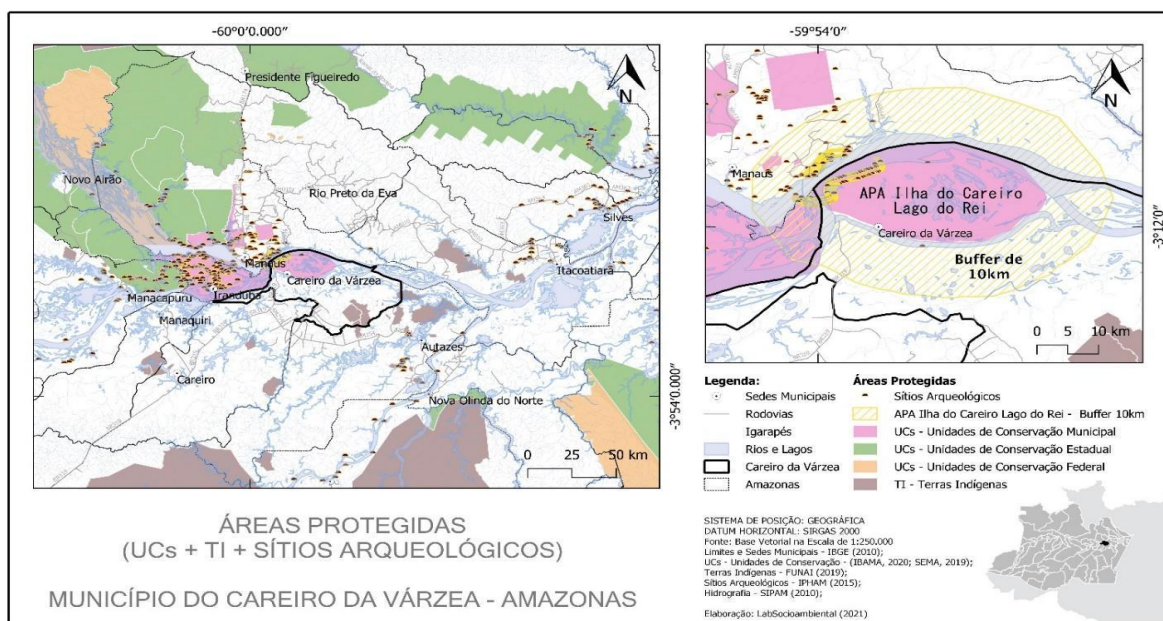


Figura 4. APAs e seus limites geográficos a partir da confluência do Rio Negro com o Rio Solimões.

A criação da APA, tem como pressupostos:

1. A importância e representatividade que a região tem no sentido da riqueza da biodiversidade;
2. A singularidade da beleza cênica da paisagem e do ecossistema local;
3. O potencial do turismo ecológico;
4. A necessidade de promoção do uso racional dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável pelas comunidades ribeirinhas locais;
5. A qualidade de vida das populações e a manutenção do seu conhecimento tradicional, aliado à proteção da biodiversidade local;
6. A erradicação da pobreza e a promoção do desenvolvimento aliado à conservação dos ecossistemas locais.

Observa-se que dentre os pressupostos da demanda inicial que resultou na criação da APA, correspondem ao conjunto de fatores conceituais predominante no arcabouço legal e científico, demonstrando que o poder legislativo, que elaborou e aprovou o projeto de lei, e o poder executivo que sancionou a lei, reconheciam a importância da criação e delimitação do espaço geográfico para a conservação da biodiversidade.

O Poder executivo municipal delegou ao Órgão Ambiental Municipal, a competência de regulamentar a vigência. Durante o período de apuração, implementação e do

funcionamento da APA, através de instruções normativas visando o cumprimento da Legislação coleta de dados de campo para a construção deste relatório, constatou-se que a gestão da APA encontra-se sob os cuidados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Careiro da Várzea, cujo objetivo institucional é a promoção, preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, através da coordenação e integração de atividades ligadas à defesa do meio ambiente.

Embora previstos em seus instrumentos constitutivos, a pesquisa preliminar para a produção do relatório não localizou indícios da produção do Diagnóstico Ambiental ou do Zoneamento Ecológico-Econômico. Esses estudos são importantes, pois objetivam a análise dos aspectos biológicos, sociais e econômicos fundamentais para a elaboração do plano de manejo da unidade de conservação. Essa constatação, traz à tona a importância do estabelecimento por parte do poder público do principal instrumento de planejamento e implementação da UC, pois a inexistência do Plano de Gestão após mais de uma década da criação da APA, mostra o não cumprimento do que é preconizado pela legislação federal e estadual.

Ainda no âmbito da pesquisa preliminar, também não foram localizados, documentos e ou evidências da composição do Conselho Gestor da APA, bem como sua efetiva atuação na gestão e governança da APA. A ausência de elementos que demonstrem a composição e o status da ação dos conselheiros, e da representatividade do conselho, representa uma emergência por soluções na gestão dos territórios e na gestão dos conflitos, como aponta Gato (2019). A representatividade dos atores nos processos de gestão e governança da APA, deve exercer papel estratégico de deliberação e a implementação de soluções para a governabilidade do território.

A lei de criação da APA, traz apenas a indicação de que a administração e fiscalização será de responsabilidade do órgão ambiental municipal competente, além da informação de que a sustentabilidade financeira para o apoio e implementação da UC, advinda das dotações municipais e o estabelecimento de parcerias público e privada. Porém a pesquisa não localizou evidências e informações que indicassem a efetiva implantação dessa estratégia.

Referências

GATO GUIMARÃES, D. *Avaliação do conflito entre pescadores e jacarés na Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro Lago do Rei” – Amazônia Central Brasileira*. Dissertação (Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável) - Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS. 2019. 64 pp.

Capítulo IV



IV. Acordos de Pesca na Área de Abrangência do Lago do Rei, Careiro da Várzea-AM.

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Therezinha de Jesus Pinto FRAXE

Monica Suani Barbosa da COSTA

Jaisson Miyosi OKA

Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO

Gislany Mendonça de SENA

Contextualização

Pesca é todo ato tendente a capturar animais ou vegetais que têm no ambiente aquático seu principal habitat. Pesca comercial é toda ação que envolve a troca do pescado por dinheiro ou bem, seja o pescado vendido, vivo, resfriado ou processado. A pesca de subsistência, por sua vez é entendida de diferentes formas na literatura, fundamentalmente é caracterizada pela finalidade de autossustento do pescador e sua família.

De acordo com Guimarães (2019), a pesca no estado do Amazonas representa uma atividade de grande impacto social, que envolve cerca de 25 mil pescadores profissionais e aproximadamente cerca de 70 mil pescadores/ribeirinhos que dependem da pesca, seja para a comercialização, seja para a alimentação familiar (FREITAS & BATISTA, 1999). Os pescadores retiram da pesca sua principal fonte de renda, ainda que sazonalmente possam exercer atividades complementares, sem vínculo empregatício (DIEGUES, 1988; NEIVA, 1990).

Com o grande quantitativo de pescadores, há grande possibilidade de conflitos principalmente quando há presença de embarcações de pesca advindas de outras localidades. Desta forma, os acordos de pesca propiciam uma melhor organização da exploração pesqueira, proporcionando a forma de exploração igualitária e de forma racional, evitando a degradação do ambiente propiciando a renovação temporal da ictiofauna local.

Metodologia

O estudo foi realizado junto a Secretaria de Pesca do Município de Careiro da Várzea, através da análise documental dos acordos de Pesca geridos e fiscalizados pela própria secretaria municipal. A obtenção dos dados ocorreu de forma local, com visita técnica realizada nos dias 04 e 09 de dezembro de 2020, onde foram obtidas cópias dos documentos de acordos de pesca, e realização de entrevista dialógica gravada com o Secretário de Pesca do Município.

Os dados foram levados ao Laboratório de Análises Socioambientais da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, para análise e interpretação e transcrição de falas, como método de descrição das ações realizadas, antes e após a firmação dos acordos de pesca no Município.

As informações compiladas foram trabalhadas na forma de relatório de auditoria e os dados quantitativos foram dispostos graficamente ou na forma de tabelas.

Resultados

Segundo informações da Secretária Municipal de Pesca e Aquicultura do município do Careiro da Várzea em 2018, a pesca do Mapará (*Hypophthalmus edentatus*) ou (*Hypophthalmus marginatus*) que é um peixe que comercialmente é vantajoso, alcançou altos índices, pois é uma das mais realizadas. Acontece no Município há mais de 15 anos, mas de forma desordenada. Antes os pescadores pescavam com qualquer tipo de malha (35,40 mm.), isto contribuiu para a diminuição na quantidade e qualidade do peixe pescado.

O Mapará adentra ao lago em meados de novembro quando o rio começa a encher, e a água percorre no sentido do Rio Amazonas para dentro do Lago, pelo Igarapé do Rei, e sai para desovar em agosto. Logo os peixes possuem pouco tempo de crescimento, e

aqueles que não (ovam), ficam ovados, e saem sem estar preparados para o ciclo de reprodução e dificilmente voltam ao Lago.

Por essa razão, houve a necessidade de estabelecer um regulamento quanto ao tamanho das malhas, sendo permitidas as de 45 mm, pois elas capturam peixes maiores e deixam peixes que estarão na época certa e ovados, para fazerem a reposição do cardume. Este ordenamento protege o peixe em sua trajetória ou em seu ciclo produtivo, da mesma forma que controlando o número de pescadores, evita a depredação da espécie.

Segundo relatos dos pescadores, houve época em que tiravam mais de 300 toneladas, mais a forma como pescavam sem controle e capturando as espécies com tamanho abaixo de 40 cm (0,60 kg), veio causando a diminuição do quantitativo, fala-se ainda, que no início pescava-se Mapará de 60 a 70 centímetros (0,90 a 1,02 kg).

Da Pesca ou Despesca

Segundo a secretaria de Pesca do município, é importante que haja controle do número de pescadores, que só seja permitido participarem da pesca, pescadores do entorno da ilha, que são da Costa da Terra Nova, Paraná de Terra Nova, Marimba, Igarapé do Rei, Inema, Cambixe, Paraná do Careiro, margem esquerda até a Costa do rebojo, passando pela sede do Município, beneficiando assim toda área da APA. Neste ordenamento foram cadastrados todos os pescadores destas áreas, e identificados por uma credencial, que usam nos dias de pesca, bem como uma camiseta identificativa.

Esta pesca acontece uma vez por ano, no mês de março, nos dias 16,17,18, após o término do DEFESO, (seguro-desemprego do pescador). Neste processo só são autorizados a fazer a compra do pescado, frigoríficos credenciados e que participam da organização do evento. Estes frigoríficos (Tabela 7) pela proposta acertada em reunião antes da pesca, ficam definidos que eles entram com uma contrapartida para as despesas com credenciamento.

Tabela 7. Produção de pesca do mapará em 2020 do Lago do Rei.

Frigoríficos	Município	Responsável	Quantidade (toneladas)
FRIGOPESCA	Manacapuru	Aristides	70
FRIGONORTE	Manaus	Sarará	30
F. CORRENTEZA	Manacapuru	Reginaldo	50
F. BIO PESCADO	Irlanduba	Benjamin	60
F. BIG PESCADO	Manacapuru	Salomão	25
F. BIG PESCADO	Manacapuru	Rafael	15
CELSO/JUTAI		Celso	10
BANJO/PANAIR		Rivaldo	05
Total			265

Entrevistas com pescadores locais

Os pescadores foram convidados a responder as perguntas do formulário de modo individual para evitar interferência externa. As entrevistas foram realizadas nas casas dos pescadores. No período da cheia, as frequências das pescarias relatadas foram de 55% dos que pescam diariamente no Lago do Rei, e apenas 9% afirmaram que pescam de 15 em 15 dias (Figura 5).

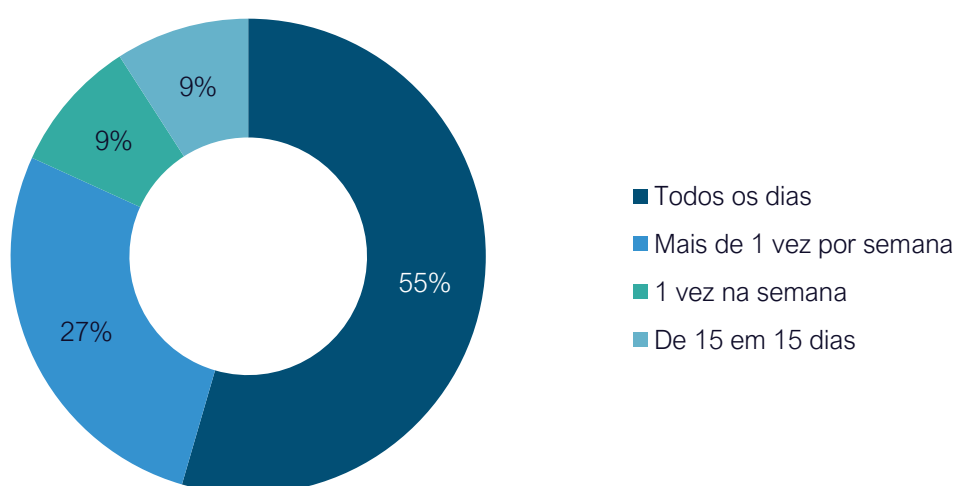


Figura 5. Frequência de pesca de famílias que vivem em torno do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM.

Fonte: Pesquisa local, nov. 2020.

De acordo com os entrevistados, essa similaridade com relação a frequência das pescarias acontece porque no período da cheia, toda APA é inundada, impossibilitando os moradores de praticar outras atividades que complementam a sua renda, como o cultivo de hortaliças em canteiros suspensos (jirau) e criação de animais em flutuantes (marombas).

Já no período da seca, as distâncias dos lagos onde os peixes estão confinados e o fechamento de outros lagos, torna a jornada de pesca mais custosa. Nesse período, devido ao aparecimento de grandes áreas de terra, parte dos pescadores dividem seu tempo entre a pesca, a criação de animais e a agricultura de ciclo curto, como mandioca, melancia, milho, entre outras culturas.

De acordo com as informações dos pescadores, os peixes mais capturados no Lago do Rei são curimatã (*Prochilodus nigricans*), pacu (*Metynnis hypsauchen*), surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), dourado (*Brachyplatystoma flavicans*) (12,73%), tucunaré (*Cichla ocellaris*), pescada (*Plagioscion squamosissimus*), aracu (*Leporinus freiderici*) e Mapará (*Hypophthalmus edentatus*).

Segundo os pescadores, um problema enfrentado por eles, é a falta de frigorífico, que pudesse atender aos moradores das comunidades locais, de modo que todo o excedente da pescaria pudesse ser armazenado, evitando o desperdício que anualmente ocorre. Com isso, a concorrência com os grandes barcos de pesca, conhecidos nos rios da Amazônia como “geleiros” (porque utilizam caixas de gelo para guardar os peixes) seria menor, fazendo com que os pescadores não fossem obrigados a repassar sua mercadoria por valores bem abaixo do mercado.

Referências

CAMPOS, A.G. CHAVES, J.V. **Seguro Defeso: problemas enfrentados pelo programa.** Revista Mercado de Trabalho. IPEA. p.77 a 84. 2014

CRUZ, E.T. AZEVEDO FILHO, J.D.M. **O Fenômeno das terras caídas: Uma mudança natural na paisagem e suas implicações aos moradores da comunidade da Barreira do Andirá no Município de Barreirinha-Am.** Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/696/1/O%20fen%C3%B4meno%20das%20terras%20ca%C3%ADdas%20%20umas%20mudan%C3%A7a%20natural%20na%20paisagem%20e%20suas%20implica%C3%A7%C3%B5es%20aos%20moradores%20da%20comunidade%20da%20Barreira%20do%20Andir%C3%A1%20no%20munic%C3%ADpio%20de%20Barreirinha%20AM.pdf>. Acesso em 29 dezembro de 2020.

GATO GUIMARÃES, D. **Avaliação do conflito entre pescadores e jacarés na Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro Lago do Rei” – Amazônia Central Brasileira.** Dissertação (Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável) - Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS. 2019. 64 pp.

NASCIMENTO, A. C. L. **Resiliência e Adaptabilidade dos sistemas socioecológicos ribeirinhos frente a eventos climáticos extremos na Amazônia.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas. 2017, 134 p.

Capítulo V



V. Dinâmica Fluvial: Compartimentação Geológica-Geomorfológica no Careiro da Várzea

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Neliane de Sousa ALVES

Carla Souza CALHEIROS

Antônio de Lima MESQUITA

Fábio de Sousa CARDOSO

Jacklene Briglia AMOEDO

José Luiz SANSONE

Raimundo Cláudio Souza GOMES

Rubelmar AZEVEDO FILHO

Valdete Santos de ARAÚJO

Introdução

A bacia do rio Amazonas, a maior bacia hidrográfica do mundo, cobre uma superfície de $6.1 \times 10^6 \text{ km}^2$ correspondente a 5% das terras emersas continentais do globo, estendendo-se desde 79° de longitude Oeste (rio Chamaya, Peru) até 48° de longitude Oeste (rio Pará, Brasil), e de 5° de latitude Norte (rio Cotingo, Brasil) a 20° de latitude Sul (Rio Parapeti, Bolívia). Esta bacia hidrográfica de dimensões continentais abrange territórios de vários países: Brasil (63% da área da bacia), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5.8%), Equador (2.2%), Venezuela (0.7%) e Guyana (0.2%) (FILIZOLA *et al.*, 2002 apud ALVES, 2013).

Os principais rios formadores do Amazonas apresentam características hidrográficas ligadas a três grandes unidades morfoestruturais herdadas da história geológico-geomorfológica da bacia Amazônica: os Escudos, a cordilheira dos Andes e a Planície Amazônica, que ocupam, respectivamente, 44%, 11% e 45% de sua área.

Os dois rios de origem andina (rio Marañon-Solimões e rio Madeira) assinam suas contribuições ao Amazonas por águas ricas em material dissolvido e particulado. Na região de Manaus, a convergência das contribuições dos rios Solimões, Negro e Madeira conduzem a um importante aumento das superfícies drenadas e das vazões. Esta concentração de descargas, associada a um declive hidráulico bastante fraco, gera perturbações no escoamento destes rios, agravando as diversas interpretações das curvas-chave nesta região (MEADE *et al.*, 1991; MOLINIER *et al.*, 1994, 1996).

Compartimentação Geológica-Geomorfológica no Careiro da Várzea

Entre as regiões de Manacapuru e Manaus, Soares (2007) e Pinto (2016) identificaram a existência de três níveis de Terraços Fluviais quaternários, denominados informalmente de TS1, TS2 e TS3, dispostos paralelamente ao canal principal do rio Solimões. Gonçalves Júnior (2013) também verificou à margem do sistema fluvial Solimões-Amazonas, a ocorrência de três níveis de Terraços Fluviais de origem quaternária, localizados entre os municípios de Careiro-da-Várzea, Careiro-Castanho, Manaquiri e Autazes. Essa morfologia possui distribuição assimétrica, de declive geral na direção sul para norte, de faixas alongadas, denominados informalmente de Terraço Fluvial Superior (TS), Intermediário (TI) e Inferior (TInf) (GONÇALVES JÚNIOR, 2013).

O Terraço Superior (TS) é a unidade quaternária mais antiga da planície aluvial do sistema Solimões-Amazonas, localiza-se mais afastada dos canais atuais e corresponde à planície de inundação inativa destes rios. Desenvolvem-se sobre esta unidade, lagos retilíneos e ramificados que constituem antigas drenagens represadas, classificadas por Dumont (1993) como lagos represados.

De acordo com Gonçalves Júnior (2013), o Terraço Intermediário (TI) dispõe-se como uma faixa contínua assimétrica e alongada paralela a faixa atual do Sistema Fluvial Solimões-Amazonas, cuja largura média aproximada é da ordem de 10 km compondo parte de sua planície aluvial ativa, portanto, estando sujeito às inundações periódicas anuais. Esta unidade apresenta um relevo predominantemente plano, contendo poucas ondulações e feições deposicionais de linhas de acreção lateral.

O Terraço Inferior (TInf) corresponde à maior parte da planície de inundação ativa do Sistema Fluvial Solimões-Amazonas-Madeira, ocorrendo com faixas delgadas e alongadas, formando a maioria de suas ilhas. Apresenta relevo relativamente plano com suaves ondulações desenvolvido em cotas que variam de 25 e 10 metros (GONÇALVES JÚNIOR, 2013) (Figura 6).

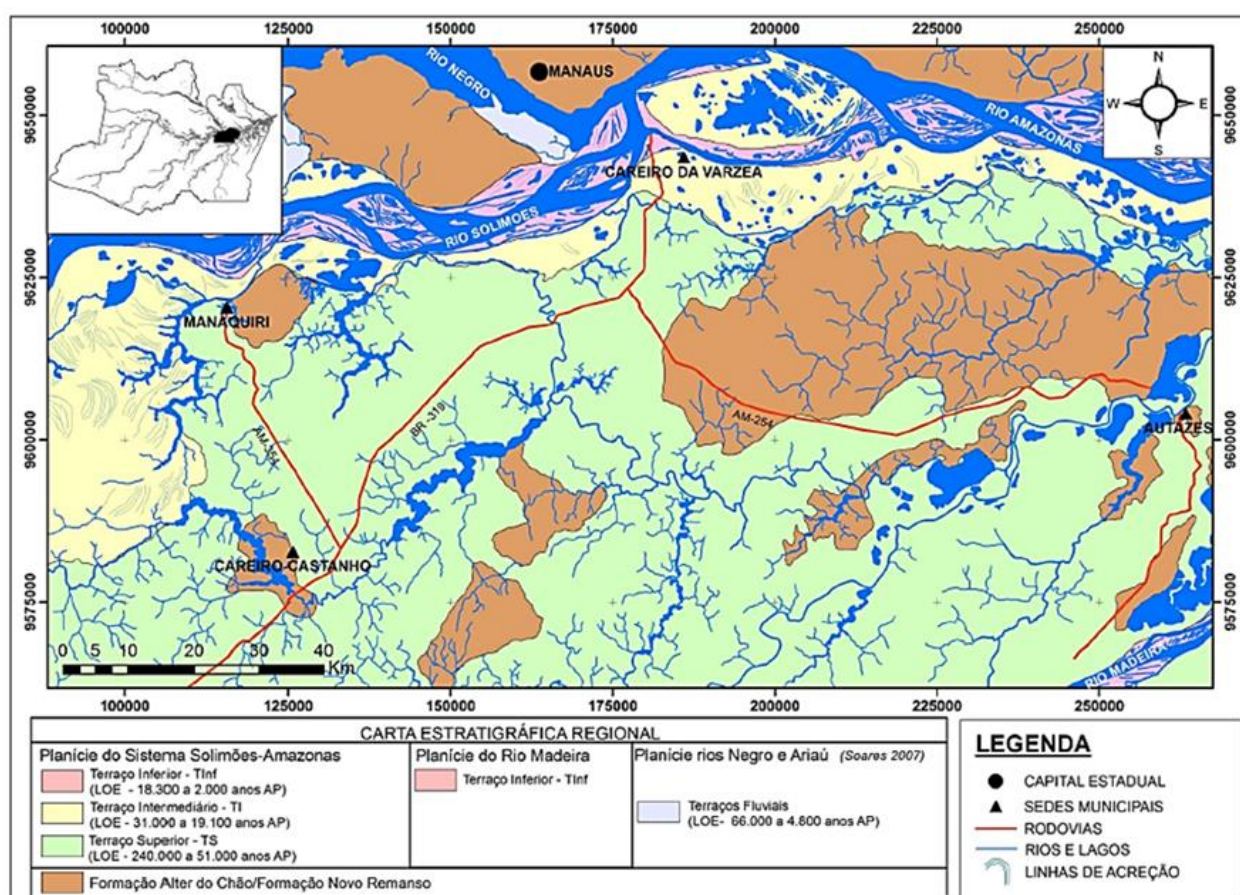


Figura 6. Mapa Geológico com a delimitação das unidades geológicas aflorantes, e a separação dos níveis de terraços nas regiões do Careiro-da-várzea, Careiro-Castanho, Manauquiri e Autazes (Amazônia Central).

Fonte: PINTO, 2016.

De acordo com o mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL (1978) o município de Careiro da Várzea está inserido na unidade Morfoestrutural Planície Amazônica.

A Planície Amazônica domina toda porção centro-nordeste ao longo do eixo do rio Amazonas. A unidade está dividida em planície fluvial alagada e planície fluvial inundada. A primeira corresponde à porção que está sempre submersa, mesmo em épocas de menor

volume d'água, são as áreas mais rebaixadas da planície, como os igapós, áreas constantemente alagadas, as quais comportam inúmeros lagos. A segunda, a planície fluvial inundada é caracterizada pelas áreas que são submersas em épocas de cheias. Nessa unidade são encontrados paranás, furos, igarapés, vales fluviais com foz afogada ou rias fluviais, diques aluviais, canais anastomosados, ilhas e lagos com formas diferenciadas.

Dinâmica Fluvial do Rio Solimões-Amazonas

A bacia hidrográfica do Amazonas devido ao seu tamanho, 6.000.000 km², e à sua posição em relação ao equador, abrange diferentes regiões com diversos regimes de descarga. Embora a amplitude média de variação das cotas no sistema Solimões-Amazonas varie em média 10 m ou mais, durante o ano hidrológico, a descarga varia apenas por um fator de 2 ou 3 vezes mais. Este pequeno intervalo de variação de descarga no canal principal deve-se a dois fatores principais: o primeiro são as grandes diferenças sazonais entre os picos de descarga dos afluentes do Norte e do Sul; e o segundo fator é o armazenamento sazonal de água na planície de inundação. Assim, as contribuições combinadas dos tributários meridionais e setentrionais, de regimes diferentes, associados ao efeito regulador das zonas de inundação (várzeas), geram, segundo alguns autores e à jusante de Manaus, um hidrograma do rio Amazonas de pico único e distribuído de abril a junho (MEADE *et al.*, 1991; MOLINIER *et al.*, 1994; ESPINOZA *et al.*, 2009).

Seguindo a classificação estabelecida por Jean Rodier (1964), Filizola *et al.* (2002), identificaram 4 tipos de regimes hidrológicos para a bacia do Amazonas: a) o *regime tropical austral*, com um só pico de cheia, normalmente acontecendo no primeiro semestre do ano calendário, representado pelos rios originários do hemisfério sul, como o Purus, Madeira e seus afluentes, Xingu e o Tapajós; b) o *regime tropical boreal* (rio Branco) com um pico de cheia no segundo semestre do ano; c) o *regime equatorial* (rios Negro, Içá e Japurá) cujo pico de cheia é mais acentuado no meio do ano, com até dois picos de máxima no ano; d) o *regime equatorial alterado* representado pelo Solimões e Amazonas, e que sofre a influência dos três regimes citados (ALVES, 2013).

Segundo Filizola *et al.* (2002) a distribuição das vazões específicas (Q em l/s/km^2) na bacia Amazônica, apresenta forte tendência regional definindo 4 regiões com vazões específicas médias variando de 5 a 90 l/s/km^2 . A zona 1 que abrange a bacia do rio Negro, com vazões específicas variando entre 50 e 90 l/s/km^2 ; a zona 2N (norte) que contempla os afluentes da margem esquerda do rio Amazonas, advindos do planalto das Guianas (Trombetas, Branco e Jari) com vazões específicas variando entre 15 e 40 l/s/km^2 ; a zona 2S (sul) dos afluentes da margem direita do Rio Solimões (Purus e Juruá), a porção da alta bacia do rio Madeira juntamente com seus tributários bolivianos, com os mesmos valores de vazão; a zona 3 correspondente aos cursos médios e inferior do rio Madeira e os demais afluentes da margem direita do rio Amazonas à jusante de Manaus, e apresentam vazões específicas entre 5 e 25 l/s/km^2 ; e a zona 4, composta pelo rio Solimões-Amazonas, é resultante de todas as componentes regionais e as descargas específicas variam de 34 a 50 l/s/km^2 (FILIZOLA *et al.*, 2002).

Quanto à variabilidade anual, a relação entre as vazões médias mensais extremas ($R = Q_{\text{mmMax}}/Q_{\text{mmMin}}$), os tributários meridionais do rio Amazonas apresentam valores relativamente elevados. Estes tributários meridionais se caracterizam por um máximo de cheia em março (Xingu, Tapajós, Madeira), abril (Juruá) ou maio (Purus). Este máximo hidrológico é observado em fevereiro nos formadores do rio Madeira, nos Andes bolivianos e peruanos.

Na bacia do rio Madeira, R varia de 7,0 no piemonte andino (rio Beni) a 5,7 (rio Madeira em Manicoré). Os outros grandes tributários da margem direita têm valores de R comparáveis: rio Juruá: 7,6; rio Purus: 6,0; rio Tapajós: 4,7. A exceção é o rio Xingu que apresenta valor mais alto ($R = 15,7$) devido à existência de um período seco bem marcado em sua bacia. O regime dos afluentes da margem esquerda é bem mais regular devido a uma distribuição pluviométrica mais regular, com valores de R geralmente inferiores a 3: rio Içá: 1,9; rio Japurá: 2,5; rio Negro: 2,5. Os cursos d'água provenientes do escudo guianense apresentam variabilidade comparável à dos rios andinos: rio Branco: 8,0; rio Jari: 8,1.

Os máximos hidrológicos são observados em maio (rio Jari), junho (rio Içá) ou julho (rio Japurá, rio Negro, rio Branco). O rio Solimões-Amazonas é caracterizado por um regime bastante regular, com uma relação entre as descargas médias mensais extremas sempre próximas de 2: São Paulo de Olivença: 2,3; Manacapuru: 2,0; Óbidos: 2,0. As contribuições

sucessivas dos rios da margem esquerda e da margem direita combinam-se para originar, mais a jusante, a grande enchente anual do rio Amazonas (MOLINIER *et al.*, 1994).

Espinoza *et al.* (2009, 2013) investigaram a variabilidade espacial das descargas, no período de 1974-2004, na bacia hidrográfica do Amazonas. Foram analisados dados de 18 estações hidrométricas localizadas nas principais sub-bacias. Para cada sub-bacia, foram obtidos os coeficientes de variação sazonal (sVC), ou seja, a razão entre o desvio padrão dos valores médios mensais (1974–2004) e a média dos valores médios mensais.

O coeficiente de variação sazonal (sVC) é elevado nas bacias do Sul: cerca de 0,60 na estação de Porto Velho (PVE) no rio Madeira, na estação virtual do Gavião–Lábrea (G-L) nos rios Juruá e Purus respectivamente e na estação de Itaituba (ITA) no rio Tapajós; e no extremo Norte e Sul: 0,74 na estação de Caracaraí (CAR) no rio Branco e 0,88 em Altamira (ALT) no rio Xingu, onde o clima é muito seco no inverno austral.

Nas outras estações, Tamshiyacu (TAM) no rio Amazonas - Peru, Estação residual de Santo Antônio do Içá (SAI) no rio Solimões, Acanauí (ACA) no rio Japurá, Serrinha (SER) no rio Negro e Óbidos (OBI) no rio Amazonas, o ciclo anual é mais fraco. Nessas bacias os valores de sVC são baixos, entre 0,26 e 0,35. Em OBI o valor de sVC é baixo, influenciado pelas estações noroeste que fornecem a maior quantidade de água para o curso médio, mas também pela combinação com o retardamento dos fluxos afluentes, criando uma hidrografia a jusante com uma única e grande inundação.

As bacias do sul (PVE, FVA, G-L, ALT e ITA) apresentam um máximo de cheia de março a maio e um mínimo de agosto a outubro, enquanto as do Norte (CAR) apresentam um máximo de cheia de junho a agosto e um mínimo de dezembro a março. Nas estações de TAM, SAI, ACA, SER e OBI, as descargas máximas geralmente ocorrem de maio a julho e um mês mais cedo na TAM, onde parte da bacia é tropical, e as descargas mínimas são observadas a partir de setembro e novembro e um mês mais cedo em TAM. Na bacia hidrográfica do Amazonas os diferentes regimes de descarga estão em conformidade com a sazonalidade da precipitação e com os regimes de descargas descritos por Molinier *et al.* (1996) (ESPINOZA *et al.*, 2008).

De acordo com Filizola *et al.*, (2002, 2013) a estação hidrométrica do Porto de Manaus não possui as condições ideais para realizar medições de descarga do rio Negro

utilizando-se de métodos tradicionais. O regime local é controlado pelas águas do Rio Solimões cuja descarga é maior e causa um efeito de barramento das águas do Rio Negro.

O nível das águas do rio Negro em Manaus não é somente controlado pela descarga, mas também pelo nível das águas do Solimões. Neste estudo realizado por Filizola e colaboradores, 4 locais próximos ao ponto de confluência entre as águas do rio Solimões e rio Negro foram estudados e comparados pela primeira vez, utilizando dados de descarga de dispositivo Doppler ao invés de dados de cotas. As relações entre descarga, cota e velocidade das águas foram estabelecidas e comparadas para cada período (cheia, vazante, subida e descida das águas) ao longo do ciclo hidrológico 2006-2007.

Os dados obtidos mostram que as descargas e velocidades do rio Solimões são sempre maiores que o rio Negro, mesmo durante o período de águas baixas no Solimões. Isso significa que o sistema fluvial rio Negro/rio Solimões, perto de seu ponto de confluência, é controlado pelo rio Solimões. O rio Solimões possui, em média, descarga 2,5 vezes maior do que o rio Negro e velocidade das águas 3 vezes maior.

O resultado da análise de diferença de cota usando dados de estações virtuais indica que a declividade do Rio Solimões é maior do que o Rio Negro. Esta variação de declividade da água parece indicar condições de canal sob o domínio de diferentes sistemas geomorfológicos na área. Também foi identificada no rio Amazonas uma maior variação de declividade após o ponto de confluência. As diferenças encontradas entre o rio Solimões, rio Negro e rio Amazonas, observando-se os parâmetros hidrométricos (Q, V e H), provavelmente estão relacionados a essa maior variação da declividade (FILIZOLA *et al.*, 2009).

A amplitude das variações de cotas (diferença entre as cotas máximas e mínimas) foi estudada por Filizola *et al.*, (2002) para o conjunto da bacia do Amazonas, considerando o período 1970-1996. Os resultados obtidos mostram que essa amplitude varia de 2 a 18 m no decorrer do ano hidrológico. Os valores mínimos (de 2 a 4 m) são observados nas cabeceiras dos rios que drenam os escudos (rios Branco, Jari, Xingu, Tapajós e Guaporé) e os valores máximos de amplitude anual das cotas (de 15 a 18 m) foram registrados nos trechos inferiores dos rios Juruá, Purus e Madeira. Sobre o rio Solimões-Amazonas, essas amplitudes variam de 12 m (Teresina, próximo à fronteira Peru - Brasil) até 15 m

(Manacapuru), para depois ir baixando regularmente para 8 m em Óbidos e finalmente 3 m em Macapá.

No sistema rio Solimões-Amazonas, a variabilidade sazonal das cotas na estação de Teresina (983.160 km²) apresentou um hidrograma plurianual com um primeiro pico em dezembro-janeiro, e um segundo mais importante em abril-junho. A jusante, na estação de Manacapuru (2.147.740 km²), o hidrograma é um pouco mais regular, com um pico de cheia, máximo de maio a agosto, com um pequeno pico de cheia precoce observado em janeiro-fevereiro (Figura 7).

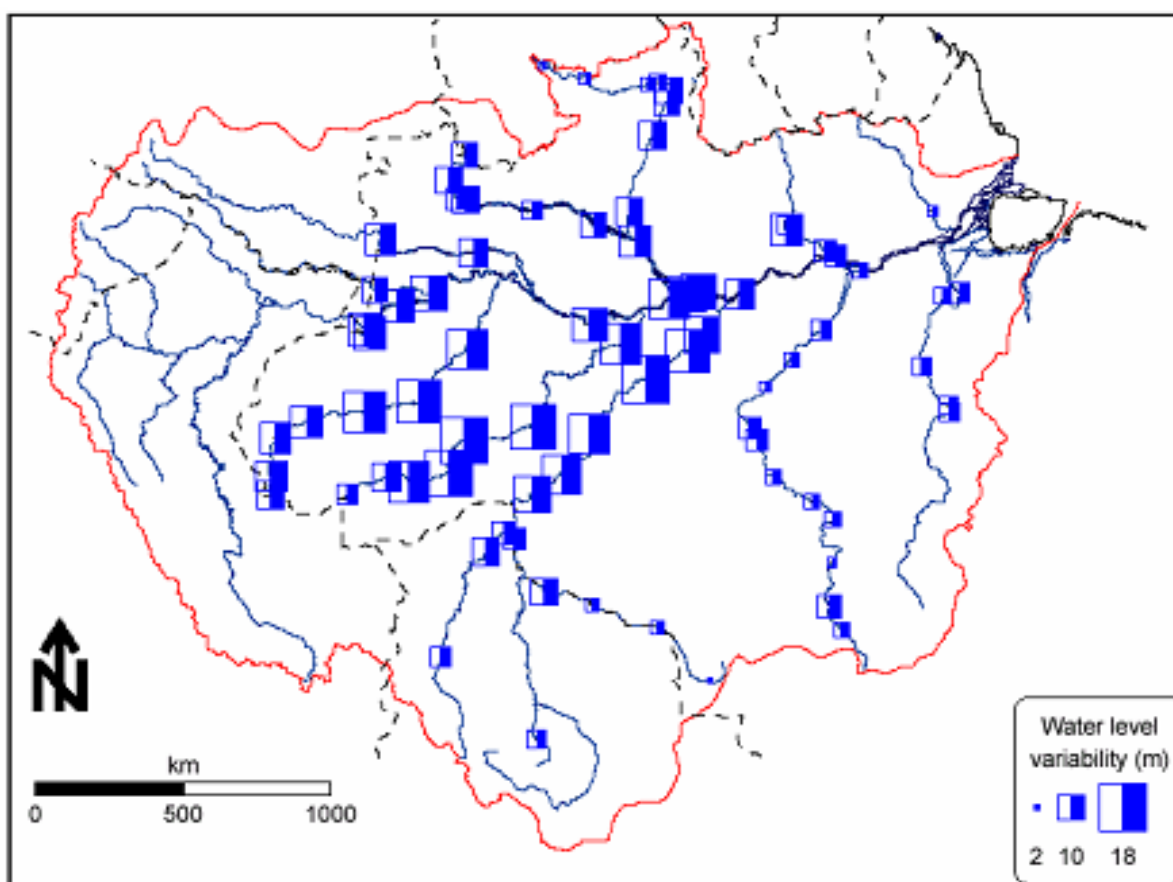


Figura 7. Variabilidade sazonal dos níveis dos rios na Bacia Amazônica.

Fonte: FILIZOLA *et al.* 2002.

Para Filizola *et al.*, (2002) a jusante de Manaus, na estação hidrométrica de Óbidos (4.618.810 km²), apresenta um máximo de cheia único e suave de abril a julho, que representa a composição dos aportes dos rios Solimões, Negro e Madeira.

Referências

- ALVES, N.S. **Mapeamento Hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas: Contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de Rios Amazônicos.** 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. 232p.
- ESPINOZA, J.C. *et al.* **Contrastando a evolução do escoamento regional na bacia amazônica (1974-2004).** Journal Hydro. VARIABILIDADE HIDROLÓGICA NA AMAZÔNIA. UMA PERSPECTIVA, v. 115, 2008.
- FILIZOLA, N., GUYOT, J. L., MOLINIER, M., GUIMARÃES, V., OLIVEIRA, E. D., & FREITAS, M. A. D. **Caracterização hidrológica da bacia Amazônica. Amazônia uma perspectiva interdisciplinar.** Manaus, Ed. EDUA, 2002. p 33-54.
- GONÇALVES JÚNIOR, E. S. **Terraços Fluviais Quaternários Das Regiões De Careiro-Da-Várzea, Manaquiri, Careiro-Castanho e Autazes, Amazônia Central.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Amazonas - UFAM. 2013. 127 p.
- MEADE, R. H.; RAYOL, J. M.; CONCEIÇÃO, S. C.; NATIVIDADE, J. R. G. **Backwater effects in the Amazon River Basin of Brazil.** Environ. Geol. Sci. 18(2), p. 105-114, 1991.
- MOLINIER, M.; GUYOT, J. L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V.; CHAVES, A. **Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas.** A Água em Revista, p. 31-36, 1994.
- PINTO, M. C. **Correlações entre as Dinâmicas Geomorfológicas e Pecuárias na Margem Esquerda do Rio Madeira, Município de Autazes (AM).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Instituto De Ciências Exatas. Departamento de Geociências. Programa De Pós-Graduação em Geociências, 2016.
- SOARES, E. A. A. 2007. **Depósitos Pleistocenos da Região de Confluência dos Rios Negro e Solimões, porção oeste da bacia do Amazonas.** Tese de doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 205 p.

Capítulo VI



VI. Análises dos Parâmetros do Índice de Qualidade de Águas – IQA de Três Pontos no Acesso ao Lago do Rei

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Sergio DUVOISIN JUNIOR

Antônio de Lima MESQUITA

Carla Souza CALHEIROS

Carlossandro Carvalho de ALBUQUERQUE

Elton Alves de Souza FILHO

Fábio de Souza CARDOSO

Jacklene Briglia AMOEDO

José Luiz SANSONE

Nádia Verçosa de Medeiros RAPÔSO

Neliane de Sousa ALVES

Raimundo Cláudio Souza GOMES

Regina Yanako MORIYA

Rômulo TEIXEIRA

Rubelmar AZEVEDO FILHO

Valdete Santos de ARAÚJO

Yeda Hortêncio BATISTA

Introdução

Solicitado pelo Tribunal de Contas do Estado do Amazonas junto ao Conselheiro Júlio Assis Corrêa Pinheiro, foi realizado o índice de qualidade de águas – IQA. O IQA foi obtido a partir de 03 (três) amostras de água bruta coletadas nos pontos georreferenciados em 18 de novembro de 2020:

1. Ponto 1: 3° 8'50.54"S 59°36'5.65"O
2. Ponto 2: 3° 7'51.40"S 59°35'16.36"O

3. Ponto 3: 3° 7'34.23"S 59°35'20.06"O

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation, sendo os métodos de análise descritos pela American Public Health Association - APHA. A partir de 1975 o IQA começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no País.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

Índice de Qualidade das Águas

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w_i), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Tabela 8).

Tabela 8. Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.

Parâmetros	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido – OD (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP.100 m L ⁻¹)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg L ⁻¹)	0,10
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	0,10
Fósforo total (mg L ⁻¹)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	0,08

Fonte: ANA, 2020.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água (JUCHEM, 1992, CUNHA, 2000, CHRISTOFOLETTI, 1999).

Além de seu peso (w), cada parâmetro utilizado para o cálculo do IQA possui um valor de qualidade (q), obtido a partir do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (Figura 8).

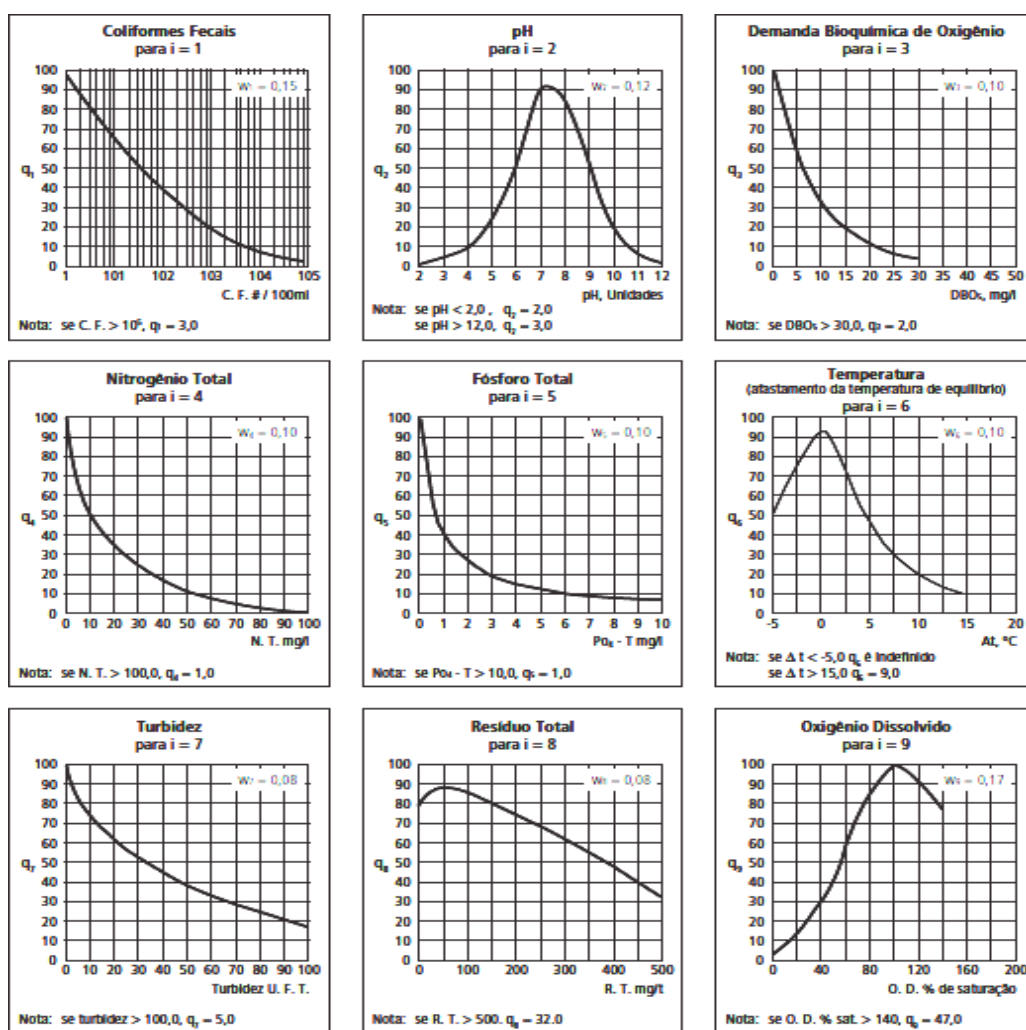


Figura 8. Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA.

Fonte: ANA, 2020.

O cálculo do IQA é realizado por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros de qualidade da água, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n (q_i)^{w_i}$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo “n” o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 9).

Tabela 9. Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.

Valor do IQA Estados: AP, MG, PR e RS	Valor do IQA Estados: BA, GO, ES, MS e SP	Valor do IQA Amazonas	Qualidade da água	Cor
91 – 100	80 – 100	NÃO POSSUI	Ótimo	
71 – 90	52 – 79		Boa	
51 – 70	37 – 51		Aceitável	
26 – 50	20 – 36		Ruim	
0 – 25	0 – 19		Péssima	

Metodologia

Coleta e Amostragem

As coletas das amostras foram realizadas pelos técnicos do Grupo de Pesquisa “Química Aplicada à Tecnologia” – GP-QAT/EST da Universidade do Estado do Amazonas, coletadas no dia 18 de novembro de 2020, as amostras estavam acondicionadas em frascos apropriados de 500 mL, aproximadamente.

As 03 (três) amostras coletadas respeitaram as recomendações contidas no Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas, publicado pela Agência Nacional de Águas – ANA e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2011. As 03 (três) amostras coletadas estão indicadas na Figura 9.

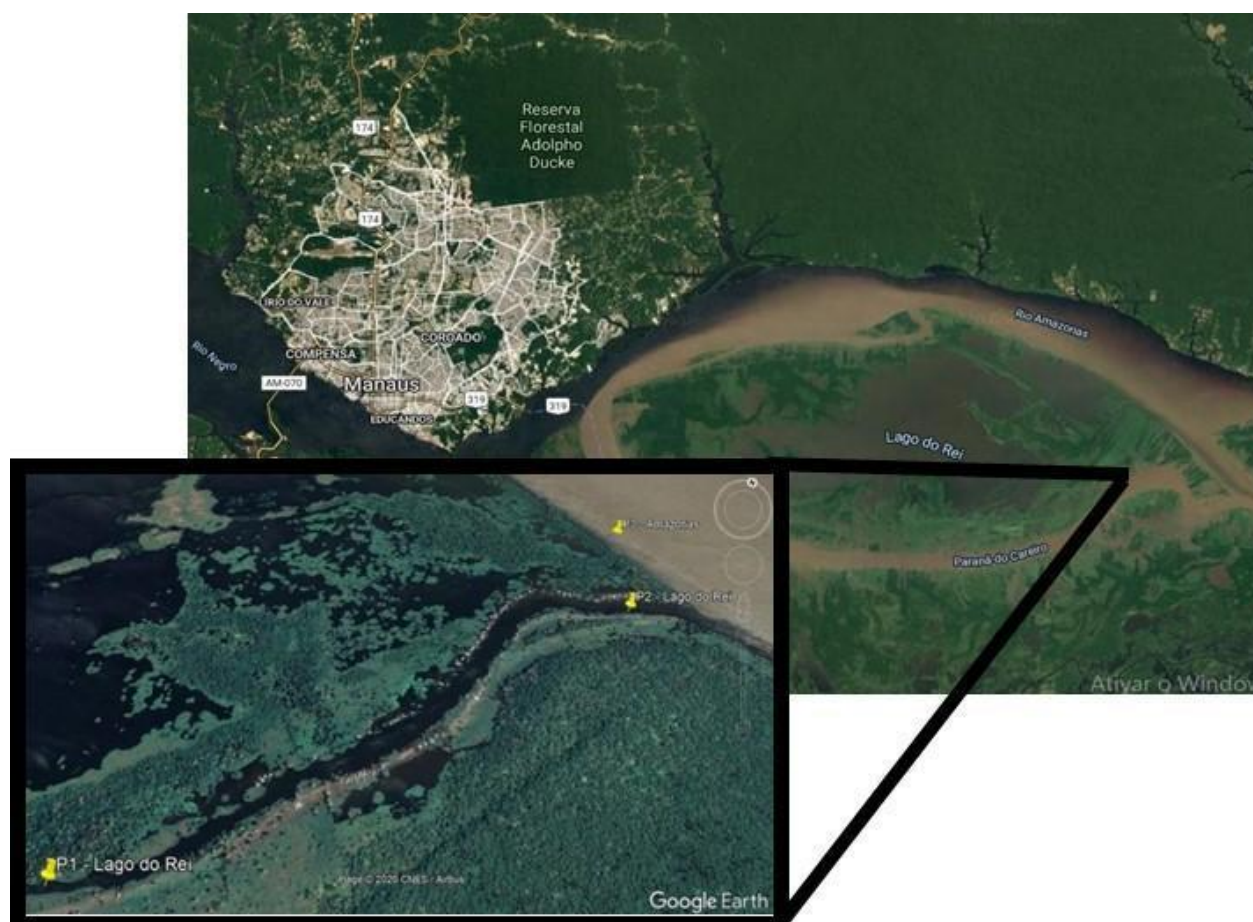


Figura 9. Pontos de coleta das amostras do acesso ao Lago do Rei.

Metodologia de Análise

Foram analisados os 09 (nove) parâmetros que são necessários para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas – IQA, os quais são: Coliformes Termotolerantes, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez, DBO5, Temperatura e Potencial Hidrogeniônico, além da condutividade elétrica nas 03 (três) amostras de água bruta coletadas no acesso ao Lago do Rei. As metodologias empregadas nas análises, realizadas nos laboratórios da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, seguiram as práticas recomendadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da APHA/AWWA.

As metodologias empregadas para determinação de potencial hidrogeniônico, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes foram adaptadas do SMWW/APHA e estão reunidas na Tabela 10.

Tabela 10. Metodologia das análises de água realizadas

Análise Realizada	Metodologia Empregada
Coliformes Termotolerantes	SMWW – 9223 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio	SMWW – 5210 D
Nitrogênio Total	SMWW – 4500–NH ₃
	SMWW – 4500–N _{org}
Fósforo Total	SMWW – 4500–P
Sólidos Totais	SMWW – 2540 B
Potencial Hidrogeniônico	SMWW – 4500–H ⁺
Turbidez	SMWW – 2130 B
Temperatura	SMWW – 2550–Temperature
Oxigênio Dissolvido	SMWW – 4500–O

Materiais Utilizados

As medidas de oxigênio dissolvido foram realizadas com equipamento da marca Hanna, modelo HI-9146; as medidas de potencial hidrogeniônico e temperatura foram realizadas com equipamento da marca Hanna, modelo HI-98180; as medidas de turbidez

foram realizadas com equipamento da marca Hanna, modelo HI-98703. Todas estas medidas foram realizadas, em campo, por técnicos do GP-QAT. As demais análises que completam os parâmetros do IQA, as quais são sólidos totais, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total e nitrogênio total, foram realizadas em amostras coletadas nos pontos monitorados, nos laboratórios do grupo de pesquisa na Escola Superior de Tecnologia - EST/UEA.

Resultados e Discussão

Os parâmetros de referência utilizados como base neste diagnóstico foram os utilizados nos estados de São Paulo, Bahia, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul (Tabela 11).

Tabela 11. Parâmetros de referência utilizados.

Valor do IQA Estados: BA, GO, ES, MS e SP	Qualidade da Água	Cor
80 – 100	Ótimo	
52 – 79	Boa	
37 – 51	Aceitável	
20 – 36	Ruim	
0 – 19	Péssima	

A Tabela 12 contém os resultados obtidos para os nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade de Águas – IQA, os quais são: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, coliformes termotolerantes, turbidez e demanda bioquímica de oxigênio. A Tabela 12 também contém informações sobre a data e local de coleta, bem como os valores de qualidade baseados nos pesos de cada um dos parâmetros estudados.

Tabela 12. Nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade de Águas – IQA, nos três pontos de coleta no Lago do Rei.

PONTO 1		latitude	longitude	Data da Coleta:		18/11/20
		3°8'50.54"S	59°36'5.65"O			
Parâmetro	Unidade	Peso (w)	Valor Análise	Valor de Qualidade (g)	q ^w	IQA
Oxigênio dissolvido	% OD	0,17	51,00	44	1,90	32
Coliformes termotolerantes	NMP.100mL ⁻¹	0,15	24608,00	4	1,23	
pH		0,12	6,10	57	1,62	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg L ⁻¹	0,10	15,00	19	1,34	
Nitrogênio total	mg L ⁻¹	0,10	0,96	92	1,57	
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,10	0,06	95	1,58	
Temperatura	°C	0,10	0,90	90	1,57	
Turbidez	UNT	0,08	145,00	5	1,14	
Sólidos totais	mg L ⁻¹	0,08	217,00	72	1,41	
PONTO 2		latitude	longitude	Data da Coleta:		18/11/20
		3° 7'51.40"S	59°35'16.36"O			
Parâmetro	Unidade	Peso (w)	Valor Análise	Valor de Qualidade (g)	q ^w	IQA
Oxigênio dissolvido	% OD	0,17	50,00	43,00	1,90	30
Coliformes termotolerantes	NMP.100mL ⁻¹	0,15	12136,0	6,00	1,31	
pH		0,12	5,70	42,00	1,57	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg L ⁻¹	0,10	18,00	14,00	1,30	
Nitrogênio total	mg L ⁻¹	0,10	0,98	92,00	1,57	
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,10	0,00	100,00	1,58	
Temperatura	°C	0,10	-5,00	48,00	1,47	
Turbidez	UNT	0,08	142,00	5,00	1,14	
Sólidos totais	mg L ⁻¹	0,08	165,00	78,00	1,42	
PONTO 3		latitude	longitude	Data da Coleta:		18/11/20
		3°7'34.23"S	59°35'20.06"O			

Parâmetro	Unidade	Peso (w)	Valor Análise	Valor de Qualidade (g)	q ^w	IQA
Oxigênio dissolvido	% OD	0,17	154,00	47,00	1,92	43
Coliformes termotolerantes	NMP.100mL ⁻¹	0,15	976,00	19,00	1,56	
pH		0,12	6,11	58,00	1,63	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg L ⁻¹	0,10	10,00	33,00	1,42	
Nitrogênio total	mg L ⁻¹	0,10	0,28	98,00	1,58	
Fósforo total	mg L ⁻¹	0,10	0,00	100,00	1,58	
Temperatura	°C	0,10	-2,90	70,00	1,53	
Turbidez	UNT	0,08	130,00	5,00	1,14	
Sólidos totais	mg L ⁻¹	0,08	109,00	85,00	1,43	

Cabe salientar que o Índice de Qualidade de Águas – IQA possui caráter regional, ou seja, depende da região onde o corpo d'água está localizado, entretanto, para o Estado do Amazonas ainda não existe um IQA que reflita as condições locais.

Coliformes Termotolerantes

A bactéria *Escherichia coli* é a principal representante do grupo coliforme, microrganismos que conseguem fermentar a lactose entre 44 e 45°C. Existem outras bactérias que podem ser identificadas pela sua capacidade de fermentação da lactose, entre elas estão as dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Entretanto, apenas a *E. coli* é de origem, exclusivamente, fecal.

A *E. coli* está sempre presente, e em quantidades elevadas nas fezes de mamíferos e aves, sendo, raramente, encontrada em águas que não tenham tido contato com tais dejetos. Os demais gêneros de bactérias citados acima podem ser identificados em águas contendo altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais ou regiões onde encontra-se material vegetal ou solo em processos de decomposição.

Segundo a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2,

Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas de coliformes termotolerantes que podem estar presentes estão elencadas na tabela 13.

Tabela 13. Quantidades máximas de coliformes termotolerantes.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	200 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
Classe 1	Para recreação de contato primário: 2000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
	Para demais usos: 200 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
Classe 2	Para recreação de contato primário: 2000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
	Para demais usos: 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
Classe 3	Para recreação de contato secundário: 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
	Para dessedentação de animais: 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
	Para demais usos: 4000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.
Classe 4	Não possui limite estabelecido.

Na Figura 10 estão apresentados os valores de NMP por 100 mL de amostra, para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que os valores encontrados para as amostras dos pontos 1 e 2 analisadas estão dentro da faixa característica de classe 4 segundo CONAMA 357/2005, sendo que o ponto de coleta 3 apresentou um valor de análise para o parâmetro em discussão de 976 NMP.100 mL⁻¹, indicando a impossibilidade de uso destas águas para recreação de contato primário e secundário, entretanto encontra-se no limite de uso para dessedentação animal, enquadrando-se para demais usos descritos na Resolução 357/2005.

Considerando apenas este parâmetro e reconhecendo os limites máximos apresentados no quadro acima, conclui-se que, para os pontos analisados do acesso do Lago do Rei, o corpo d'água vem recebendo uma carga moderada a alta de esgoto doméstico e/ou de animais de sangue quente, uma vez que seu enquadramento, segundo este parâmetro, é, na sua maioria, Classe 4 de águas doces, conforme determinado pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

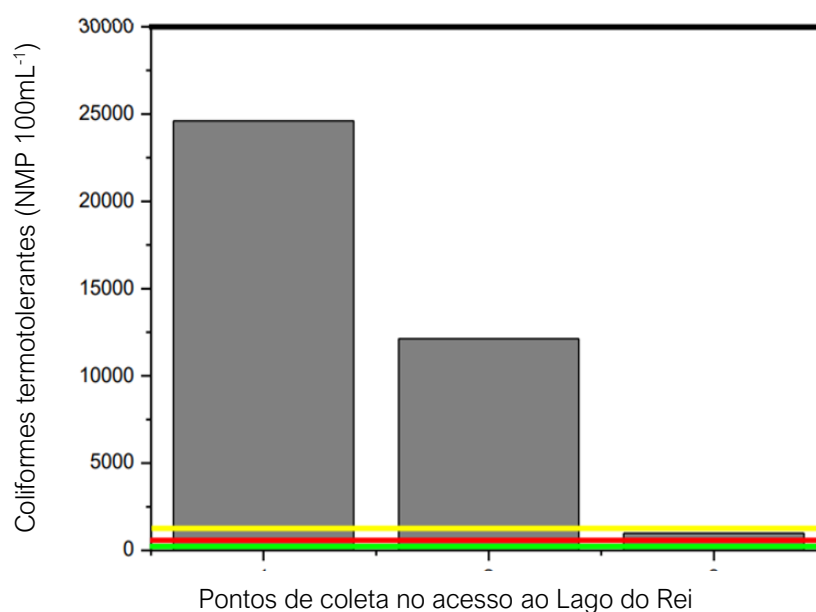


Figura 10. Quantidade de coliformes termotolerantes totais encontrada nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha vermelha: limite da Classe 2; Linha amarela: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4.

Potencial Hidrogeniônico

O pH ou potencial hidrogeniônico indica a concentração de hidrônios ou íons hidrogênio H^+ que se encontram em soluções aquosas. Em água pura a concentração do íon H^+ deve ser de 10^{-7} molar, o que representa um pH igual a 7, comumente chamado de pH neutro. Este parâmetro indica se o meio está em condição ácida ou alcalina, sendo o parâmetro mais utilizado em campanhas de monitoramento da qualidade de águas (VON SPERLING, 2005).

As alterações no pH de uma amostra podem ter origens naturais, tais como: oxidação de matéria orgânica, absorção de gases atmosféricos e dissolução de rochas, entre outros. Normalmente, as alterações de origem antropogênica ficam a cargo de efluentes domésticos e industriais, que não foram, devidamente, tratados. Devido aos seus efeitos fisiológicos, o pH tem uma relação muito estreita com animais e vegetais, e está relacionado também com a região onde está sendo realizado o estudo de qualidade das águas. Os principais efeitos do potencial hidrogeniônico sobre os organismos aquáticos podem ser verificados na Tabela 14.

Tabela 14. Efeito do pH sobre os organismos aquáticos.

Valores de pH	Efeito sobre os organismos aquáticos
12,0 – 11,5	Alguns <i>Trichoptera</i> conseguem viver
11,5 – 11,0	Efeito imediato: letal para todas as espécies de peixes
11,0 – 10,5	Letal para alguns <i>Plecoptera</i> e <i>Anisoptera</i> (Odonata); <i>Thichoptera</i> tem emergência reduzida
10,5 – 10,0	Alguns <i>Plecoptera</i> típicos e <i>Ephemeroptera</i> sobrevivem com a emergência reduzida
10,0 – 9,0	Reduz a emergência de alguns <i>Plecoptera</i>
9,0 – 8,0	Sem efeito aparente para os invertebrados
8,0 – 7,0	7,0 é quase o limite inferior para a reprodução de <i>Gammarus sp.</i> , e talvez para alguns outros <i>Crustacea</i>
7,0 – 6,5	Invertebrados relativamente normais exceto <i>Crustacea</i> , incluindo a ocorrência comum de <i>Mollusca</i>
6,5 – 6,0	População aquática diversificada; não ocorre a reprodução de <i>Gammarus sp.</i> e <i>Daphnia sp.</i> e talvez de <i>Crustacea</i>
6,0 – 5,5	Os <i>Mollusca</i> são raros
5,5 – 5,0	Baixa diversidade de invertebrados bentônicos, com certos <i>Simuliidae</i> , <i>Ephemeroptera</i> , <i>Plecoptera</i> e <i>Chironomidae</i> presentes em maior número; letal para outros invertebrados, tal como alguns <i>Ephemeroptera</i>
5,0 – 4,5	Fauna bêntica restrita, <i>Ephemeroptera</i> reduzidos; letal para muitos <i>Plecoptera</i> típicos; inibe a emergência de certas larvas de <i>Trichoptera</i> , <i>Plecoptera</i> e <i>Chironomidae</i>
4,5 – 4,0	Alguns <i>Trichoptera</i> e <i>Anisoptera</i> (Odonata) são encontrados em tais habitats; certas larvas de <i>Chironomidae</i> são dominantes
4,0 – 3,5	Toda flora e fauna severamente restritas em número de espécies

Fonte: Esteves (2011)

Importante salientar que um aumento no teor de matéria orgânica associada a uma pequena diminuição dos valores de pH, leva a uma consequente diminuição nas quantidades de oxigênio dissolvido disponível nos corpos hídricos, elemento essencial à manutenção da vida de diversos organismos aquáticos. Segundo a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, a faixa ideal de pH deve ser entre 6,0 e 9,0.

Na Figura 11 estão apresentados os valores de pH para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que os valores encontrados para todas as amostras analisadas estão no limite inferior ou um pouco abaixo da faixa estabelecida pela resolução 357/2005 do CONAMA como ideal. Entretanto, sabe-se que os valores de pH para águas escuras da bacia amazônica possuem valores baixos, mesmo sem a presença de fatores antropogênicos. Com isto, verifica-se que nestes pontos analisados os valores encontrados estão compatíveis com a realidade local.

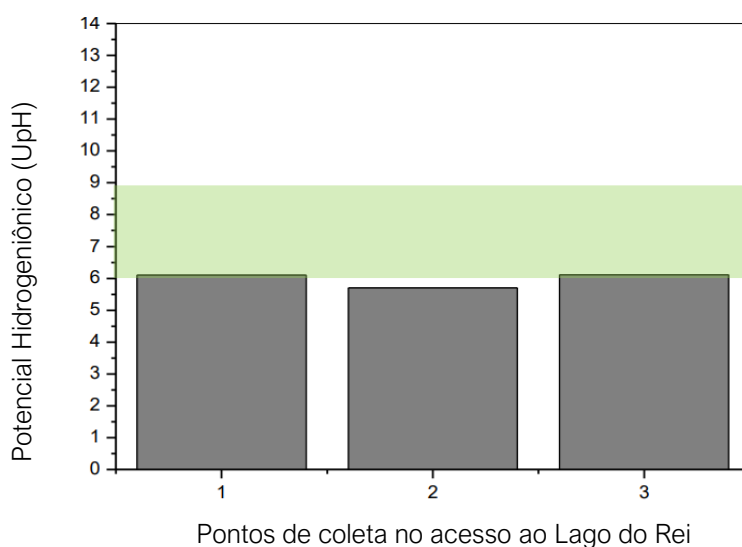


Figura 11. Gráfico da variação do pH encontrado nos 03 pontos coletados no acesso ao Lago do Rei. Faixa verde: valor ideal segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica em uma forma inorgânica estável, através da decomposição por microrganismos aeróbios, é chamada de demanda bioquímica de oxigênio ou DBO. Este parâmetro é expresso pela quantidade de oxigênio necessária em um determinado período e em uma temperatura específica, normalmente utilizados é o de 5 dias a 20°C, expresso por DBO_{5,20}.

Quando um corpo d'água recebe despejos de efluentes com alta carga de compostos orgânicos, ocorre um aumento significativo nos valores de DBO, sendo que um aumento muito grande na quantidade de matéria orgânica poderá provocar o completo esgotamento do oxigênio na água, podendo provocar o desaparecimento de muitas formas de vida aquática.

Um aumento da microflora no corpo hídrico pode ser um indicativo de elevados valores de demanda bioquímica de oxigênio, o que, inevitavelmente, irá interferir no equilíbrio existente, sendo que poderá ainda acrescentar sabores e odores indesejáveis à água.

Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas para demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}) estão reunidas na Tabela 15.

Tabela 15. Quantidades máximas para demanda bioquímica de oxigênio.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	Até 3 mg de O ₂ por litro
Classe 1	Até 3 mg de O ₂ por litro
Classe 2	Até 5 mg de O ₂ por litro
Classe 3	Até 10 mg de O ₂ por litro
Classe 4	Não possui limite estabelecido.

Na Figura 12 estão apresentados os valores da demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei.

Nota-se que os valores encontrados para as três amostras analisadas estão fora ou no limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA para a Classe 3 (linha vermelha). Como mencionado anteriormente, valores altos de DBO podem ser um indicio de despejos com alta concentração de matéria orgânica; entretanto, é notório que o regime das águas na bacia amazônica é peculiar, sendo que os corpos hídricos acabam invadindo a região de floresta no período de cheia, promovendo o contato destes com a matéria orgânica produzida na floresta, este é um dos parâmetros que necessitam um estudo aprofundado para que postule-se um valor de DBO_{5,20} que reflita as características intrínsecas da região amazônica. Este estudo iniciou no GP-QAT em fevereiro de 2020, e em cinco anos deverá propor um IQA que reflita as reais características das macrobacias que compõem a bacia Amazônica.

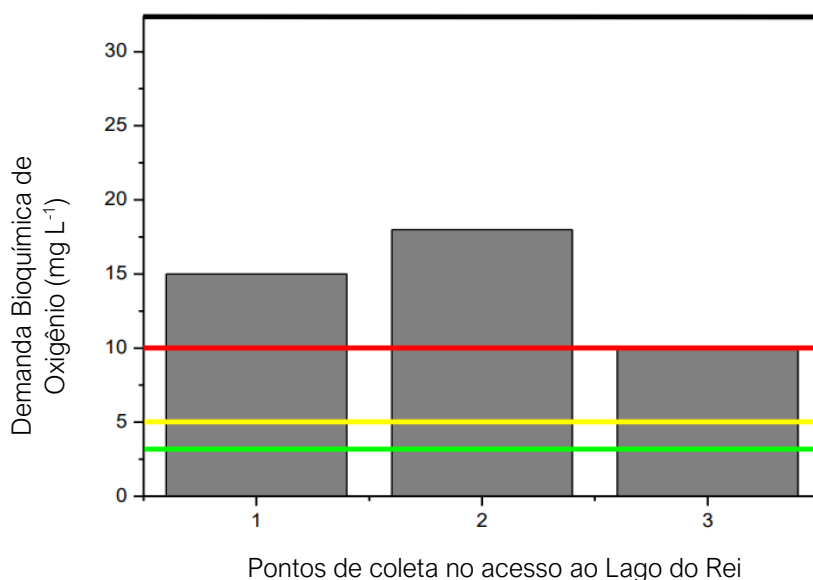


Figura 12. Gráfico da variação da DBO_{5,20} para os 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.

Nitrogênio Total

O nitrogênio pode ser encontrado em corpos hídricos como nitrogênio orgânico (proteínas), nitrogênio amoniacal (hidrólise da ureia), nitritos e nitratos; por outro lado, existem várias fontes de inserção de nitrogênio em águas naturais. Os esgotos sanitários,

normalmente, são a principal porta de entrada deste elemento nas suas diferentes formas. Alguns efluentes industriais também podem contribuir para o aumento das quantidades de nitrogênio em corpos hídricos, em especial as indústrias de alimentos, matadouros, frigoríficos e curtumes. Em regiões agrícolas, o nitrogênio pode ser carregado para os cursos d'água pelo escoamento de solos fertilizados.

Do ponto de vista do aumento das taxas de nitrogênio não antropogênico, encontra-se a fixação deste elemento por algas e bactérias a partir do nitrogênio atmosférico, sendo esta participação intimamente ligada às condições de proliferação destes organismos no meio aquático, quando a fixação do nitrogênio é de origem antropogênica (eutrofização).

As diferentes formas dos compostos de nitrogênio podem fornecer informações a respeito de como o processo de degradação da poluição orgânica está em andamento. A presença de nitrogênio orgânico indica que é uma região de degradação, se a presença é de nitrogênio amoniacal, indica uma região de decomposição ativa, caso exista a presença de nitritos a região é considerada em recuperação, e por fim, a presença de nitratos indica que a região pode ser considerada de águas limpas.

A fonte de poluição também poderá ser estimada com base nas concentrações das quatro formas de ocorrência do nitrogênio ($N_{\text{orgânico}}$, $N_{\text{amoniacal}}$, NO_2^- e NO_3^-). O nitrogênio encontrado nas formas de $N_{\text{orgânico}}$ e $N_{\text{amoniacal}}$ significa que o foco da poluição está próximo do ponto amostrado. Entretanto, se as formas de nitrogênio encontradas forem as de nitrito e nitrato, denota que as descargas de efluentes se encontram longe do ponto amostrado.

Segundo a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas de nitrogênio total estão reunidas na Tabela 16.

Na Figura 13 estão apresentados os valores de nitrogênio total para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que todos os valores encontrados das amostras analisadas estão dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA para a Classe Especial, Classe 1 e Classe 2 (linhas verde e amarela).

Tabela 16. Quantidades máximas de nitrogênio total.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	menor que 14,7 mg de N por litro de amostra
Classe 1	menor que 14,7 mg de N por litro de amostra
Classe 2	menor que 14,7 mg de N por litro de amostra
Classe 3	menor que 24,3 mg de N por litro de amostra
Classe 4	Não possui limite estabelecido.

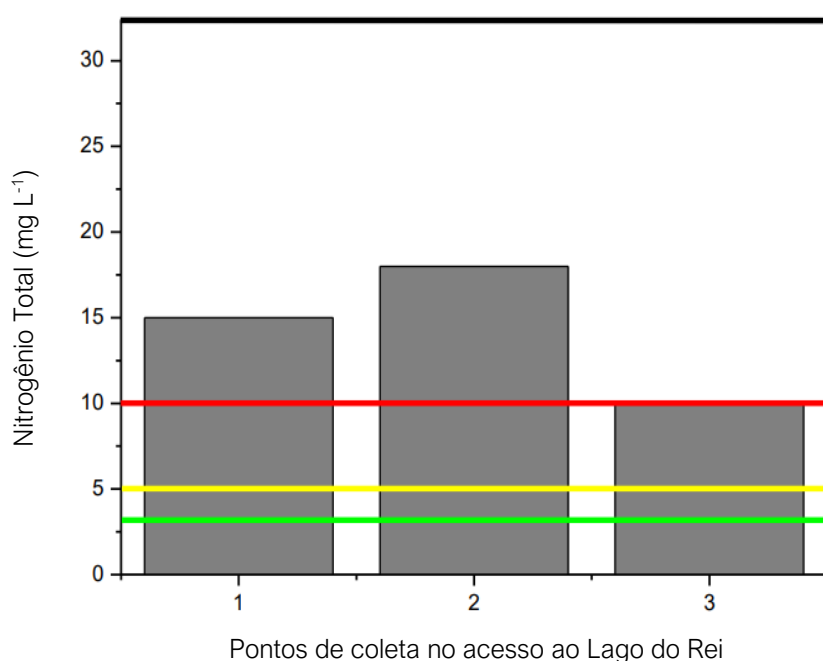


Figura 13. Gráfico da variação do nitrogênio total encontrado nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.

Como mencionado anteriormente, valores altos de nitrogênio pode ser indicio de despejos domésticos; com isto, este parâmetro, assim como a DBO, pode ser usado para mapear as regiões hidrográficas onde está ocorrendo descarga de efluentes domésticos. Os valores encontrados nas análises realizadas neste corpo d'água indicam que este macronutriente está conseguindo ser depurado pelo corpo d'água estudado.

Fósforo Total

O elemento fósforo pode se apresentar de três formas diferentes: fosfato, ortofosfato e polifosfato. As principais fontes deste elemento estão nos efluentes domésticos, em especial os ricos em matéria orgânica fecal, mas, principalmente, os despejos ricos em detergentes em pó usado em larga escala no ambiente doméstico. Existem ainda fontes autóctones, quando se trata de nutrientes como o fósforo, estas são devidas a matéria orgânica em decomposição como peixes, por exemplo.

O fósforo, assim como o nitrogênio, é considerado um macronutriente para os processos biológicos, ou seja, são necessárias quantidades significativas destes elementos para a manutenção da vida. Entretanto, assim como para o nitrogênio, quantidades excessivas deste elemento nos corpos hídricos podem conduzir a processos de eutrofização.

Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas de fósforo total estão reunidas na Tabela 17.

Tabela 17. Quantidades máximas de fósforo total.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	menor que 0,020 mg de P por litro de amostra
Classe 1	menor que 0,020 mg de P por litro de amostra
Classe 2	menor que 0,030 mg de P por litro de amostra
Classe 3	menor que 0,050 mg de P por litro de amostra
Classe 4	Não possui limite estabelecido.

Na Figura 14 estão apresentados os valores de fósforo total para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que apenas o ponto 1 apresentou uma concentração de fósforo elevada comparada com os demais pontos analisados, sendo que este encontra-se com valor na faixa correspondente a classe 4, estabelecida pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

Como mencionado anteriormente, valores altos de fósforo podem ser um indício de despejos domésticos (detergentes ou matéria orgânica fecal), bem como pela decomposição de material orgânico (peixes, por exemplo); com isto, este parâmetro, assim como o nitrogênio total, pode ser usado para mapear as regiões da bacia onde pode ocorrer a descarga de efluentes. O valor encontrado na análise realizada, neste ponto e nesta data, indica que este macronutriente, diferentemente do nitrogênio, não está conseguindo ser depurado de maneira adequada.

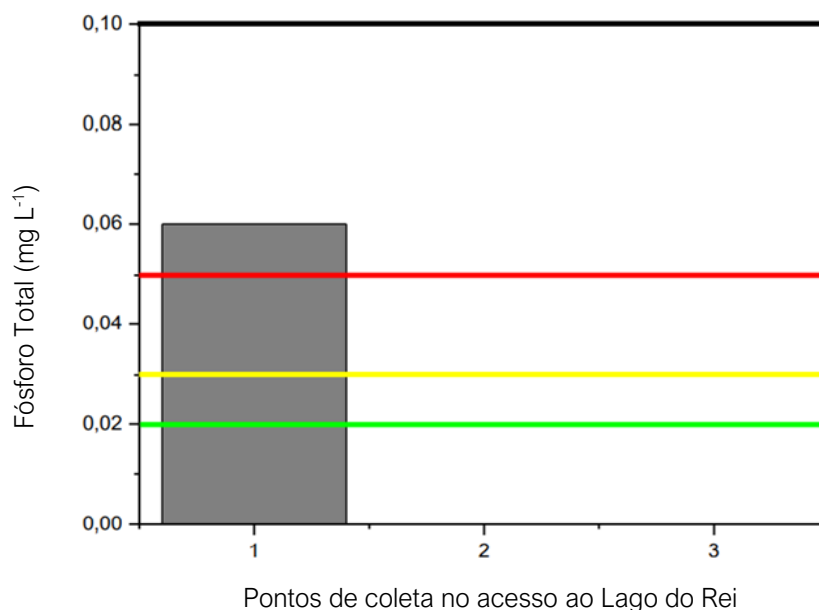


Figura 14. Gráfico da variação do fósforo total encontrado nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N° 357/2005 do CONAMA.

Temperatura

A temperatura é a medida da intensidade de calor. As fontes naturais sofrem transferência de calor por radiação, convecção ou condução entre o corpo hídrico e o solo ou a atmosfera. A temperatura da água está intimamente relacionada com a solubilidade de gases, e no tocante vida aquática, está fortemente relacionada com a concentração de oxigênio dissolvido no corpo hídrico. Além desta propriedade, várias outras variam com a variação de temperatura, entre elas: viscosidade, tensão superficial, calor específico, condutividade térmica, pressão de vapor, entre outras.

As variações de temperatura de um corpo hídrico dependem das estações do ano, bem como do horário do dia em que está sendo feita a medida. A temperatura também varia com relação à profundidade em que se está medindo. Neste ponto, no que diz respeito às medidas de temperatura para compor o índice de qualidade das águas – IQA, considera-se a variação da temperatura da água superficial e a temperatura ambiente no dia da medida, ou seja, a diferença entre a temperatura da atmosfera, no local da coleta, e a temperatura medida na superfície do corpo hídrico, conforme equação abaixo:

$$\Delta T = T_{\text{atmosfera}} - T_{\text{superfície}}$$

Com isto, encontram-se variações positivas e negativas de temperatura como observado nos resultados apresentados na Figura 15, e o que se espera para este parâmetro é que a variação de temperatura seja em torno de zero, ou seja, que a temperatura da atmosfera seja semelhante à temperatura da superfície no ponto de coleta.

Na Figura 15 estão apresentados os valores de variação de temperatura, para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que houve variações de +0,9 à -5,0 com relação a temperatura da atmosfera no instante da medida. Não foram observadas variações que indiquem um aporte de efluentes, de qualquer espécie, com quantidade suficiente para mudar a temperatura da água significativamente.

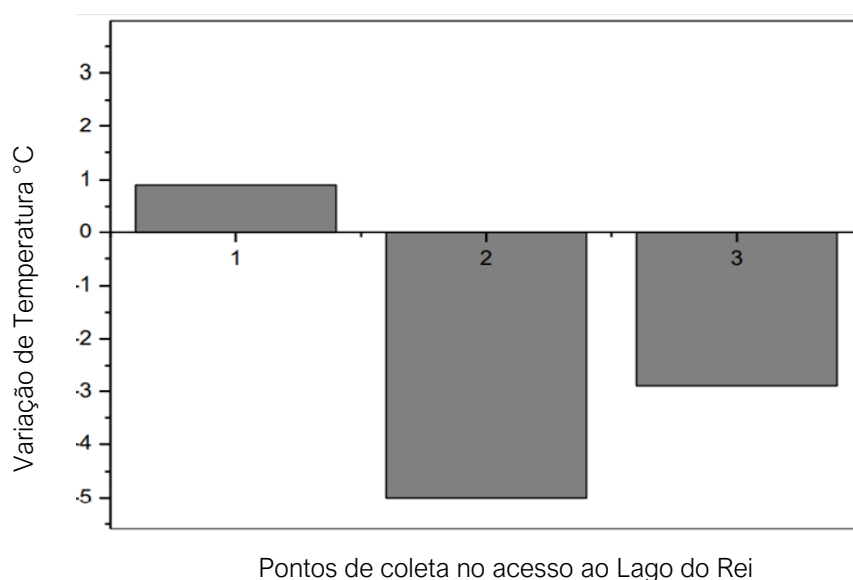


Figura 15. Gráfico da variação da temperatura encontrada nos 03 pontos de coleta no acesso ao Lago do Rei.

Turbidez

A presença de sólidos em suspensão como areia, argila, silte, algas e microrganismos em geral, tende a enfraquecer a intensidade de um feixe luminoso, quando este atravessa a água e a medida desta atenuação é chamada de turbidez. Vários fatores podem intensificar este fenômeno de atenuação da luminosidade, entre eles a erosão das margens dos igarapés por uso indevido do solo, com a exclusão de mata ciliar, esgotos domésticos e vários tipos de despejos industriais, além das atividades de mineração, que causam grandes alterações neste parâmetro físico.

O efeito biológico do aumento da turbidez está ligado à redução da fotossíntese em plantas com raízes submersas e, principalmente, de algas que são a base da cadeia alimentar aquática. Além disso, afeta de maneira adversa, com relação ao aspecto da água, seu uso recreacional, doméstico e industrial.

Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas de turbidez estão reunidas na Tabela 18.

Tabela 18. Quantidades máximas de turbidez.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	Até 40 unidades nefelométricas de turbidez
Classe 1	Até 40 unidades nefelométricas de turbidez
Classe 2	Até 100 unidades nefelométricas de turbidez
Classe 3	Até 100 unidades nefelométricas de turbidez
Classe 4	Não possui limite estabelecido

Na Figura 16 estão apresentados os valores de turbidez, para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que todos os valores encontrados estão fora dos limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA para as classes Especial, Classe 1, Classe 2 e Classe 3 (linhas verde, amarela e vermelha). Como mencionado anteriormente, valores altos de turbidez podem ser um indício de despejos domésticos. Os valores encontrados nas análises realizadas neste corpo d'água

indicam que as quantidades de sólidos em suspensão estão em níveis acima dos aceitáveis, sendo que a causa provável para estes valores seja o volume de água muito baixo observado, nos pontos de coleta, no dia da amostragem.

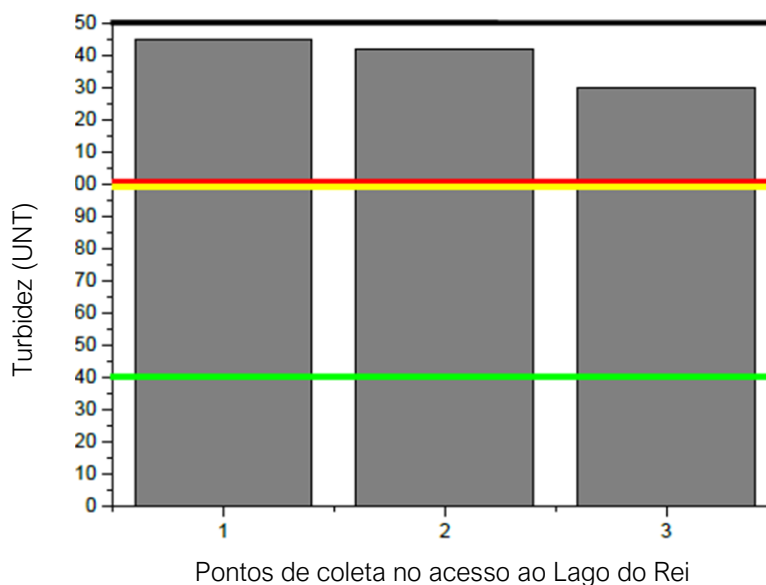


Figura 16. Gráfico da variação da turbidez encontrada nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei. Linha verde: limite das classes Especial e Classe 1; Linha amarela: limite da Classe 2; Linha vermelha: limite da Classe 3; e Linha preta: Classe 4, conforme a Resolução N°357/2005 do CONAMA.

Sólidos Totais

Os sólidos que podem ser encontrados em águas dependem dos tipos de processos unitários de secagem e filtração, com isto tem-se sólidos totais, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, sólidos fixos e sólidos voláteis, sendo que os processos de determinação quantitativa deste parâmetro baseiam-se em técnicas gravimétricas, ou seja, utilizando balanças analíticas.

No tocante à vida aquática, os sólidos podem acarretar danos a peixes e demais espécies, uma vez que quando se depositam no leito dos cursos d'água podem destruir os organismos que servem de base alimentar para as demais espécies, bem como prejudicar os leitos de desova de peixes. Além disso, os sólidos podem ser o substrato de retenção de bactérias anaeróbias, promovendo a degradação da matéria orgânica por esta via, ocasionando a corrosão de sistemas de coleta e distribuição e conferir sabor à água.

Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades máximas de sólidos totais estão reunidas na Tabela 19.

Tabela 19. Quantidades máximas de sólidos totais

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	Até 500 mg por litro de amostra
Classe 1	Até 500 mg por litro de amostra
Classe 2	Até 500 mg por litro de amostra
Classe 3	Até 500 mg por litro de amostra
Classe 4	Não possui limite estabelecido

Na Figura 17 estão apresentados os valores de sólidos totais para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que todos os valores encontrados estão dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA para todas as classes. Como mencionado anteriormente, valores altos de sólidos totais podem ser um indicio de assoreamento, despejos domésticos e/ou industriais. Entretanto, os valores encontrados nas análises realizadas neste corpo d'água indicam que a quantidade de sólidos totais está em níveis aceitáveis.

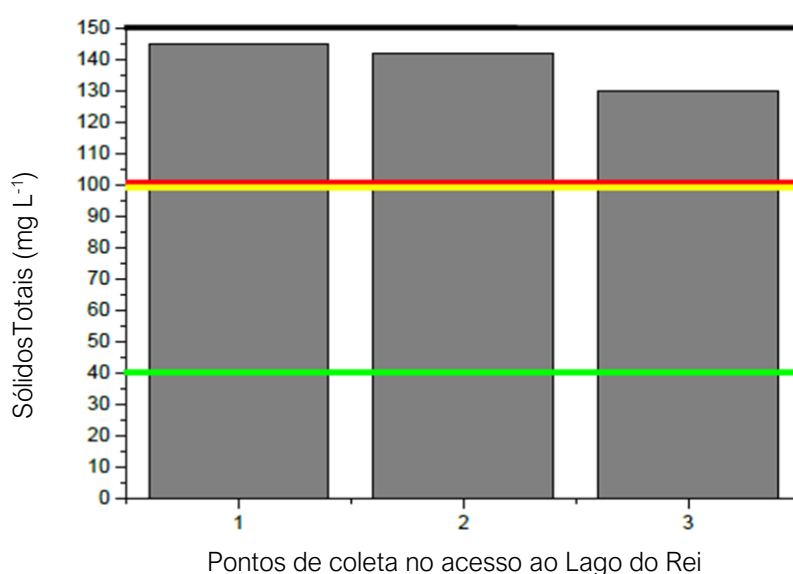


Figura 17. Gráfico da variação dos sólidos totais encontrados nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei

Oxigênio Dissolvido

A concentração de gás oxigênio contido na água é chamada de oxigênio dissolvido (OD). Normalmente, as concentrações de OD são expressas em miligramas por litro de amostra, entretanto podem ser fornecidas em porcentagem de saturação, que é a quantidade de oxigênio contido em um litro de água relativo ao nível total de oxigênio que a água pode reter numa determinada temperatura. O oxigênio contido na água é retirado da atmosfera, mas também é produzido por algas e plantas aquáticas (fotossíntese).

Existem variações nas quantidades de oxigênio dissolvido com relação às estações do ano e nos períodos do dia, contudo, para se ter uma referência observa-se que em águas naturais, ao nível do mar e a uma temperatura de 25°C, a concentração de oxigênio dissolvido é de 8 miligramas por litro. A variação na concentração de OD também pode variar de acordo com a profundidade do corpo hídrico.

O OD é um parâmetro fundamental para a avaliação da qualidade das águas de um determinado corpo hídrico, uma vez que o oxigênio faz parte de praticamente todos os processos químicos e bioquímicos nos ecossistemas aquáticos, sendo que todos os organismos heterotróficos dependem de alguma maneira do oxigênio para manter seus processos metabólicos de produção de energia e reprodução. Observa-se que exposições por períodos muito longos a concentrações abaixo de 5 miligramas por litro causam estresse a várias populações aquáticas, sendo que exposições abaixo de 2 miligramas por litro podem causar a morte da maioria desses organismos.

Contudo, deve-se atentar para o fato de que em zonas onde o corpo d'água encontra-se eutrofizado, devido ao crescimento excessivo de algas, a quantidade de oxigênio dissolvido pode mascarar a verdadeira qualidade existente, pois uma população grande de algas pode produzir uma quantidade alta de oxigênio dissolvido.

Segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para as águas doces das classes: Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as quantidades mínimas de oxigênio dissolvido estão reunidas na Tabela 20.

Tabela 20. Quantidades máximas de oxigênio dissolvido.

Classe segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA	Limite
Classe Especial	Não inferior a 6 mg por litro de amostra (~78% OD)
Classe 1	Não inferior a 6 mg por litro de amostra (~78% OD)
Classe 2	Não inferior a 5 mg por litro de amostra (~63% OD)
Classe 3	Não inferior a 4 mg por litro de amostra (~49% OD)
Classe 4	Superior a 2 mg por litro de amostra (~20% OD)

Na Figura 18 estão apresentados os valores de oxigênio dissolvido para os 03 (três) pontos que foram coletados e analisados no acesso ao Lago do Rei. Nota-se que em apenas um dos pontos analisados (ponto 3) os valores encontrados estão dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA para as classes Especial e Classe 1, sendo que os demais pontos apresentaram uma quantidade de oxigênio dissolvido de 51% e 50%, para os pontos 1 e 2, respectivamente.

Para que a avaliação deste parâmetro seja feita de maneira coerente, dois fatores devem ser considerados: valores altos de OD podem não ser, necessariamente, um atestado de qualidade da água avaliada, isto ocorre, devido à ação de algas (eutrofização); com isto, todo cuidado na avaliação deve ser tomado, sendo que outros parâmetros devem ser observados para a correta avaliação do ponto analisado.

Por outro lado, valores baixos de oxigênio dissolvido podem ser indício de despejos domésticos; entretanto, para águas escuras da bacia amazônica observam-se índices de OD naturalmente baixos, devido a decomposição de material vegetal ou animal, uma vez que o regime de cheia e seca da região faz com que as águas avancem em regiões de floresta. Além disso, deve-se considerar o fato de que valores de porcentagem de saturação são valores relativos, ou seja, podem apresentar valores acima de 100%.

A concentração de OD é um parâmetro que deve ser mais bem estudado, já que é necessário um parâmetro de referência que reflita a real condição de oxigênio dissolvido das águas escuras da região amazônica. Todavia, na falta deste parâmetro específico para a região, os valores baixos de OD devem servir de alerta, como já foi mencionado, como forte indício de ação antropogênica, a partir da presença de esgoto não tratado de maneira

adequada, de origem doméstica; ou natural, quando observado uma mortandade grande de peixes como foi o caso observado semanas antes da coleta ser realizada.

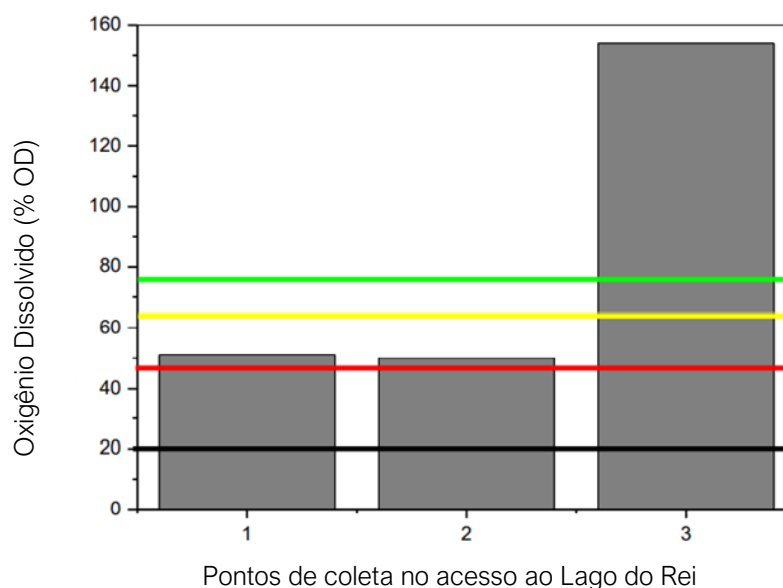


Figura 18. Gráfico da variação de oxigênio dissolvido encontrados nos 03 pontos no acesso ao Lago do Rei.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica não é um parâmetro que está incluído no Índice de Qualidade de Águas – IQA, entretanto, pode fornecer dados fundamentais a respeito da qualidade da água de um corpo hídrico que esteja sendo estudado. Este parâmetro é uma medida da facilidade com a qual o meio tolera a passagem de corrente elétrica através do seu ambiente, normalmente, sua unidade de medida é dada em Siemens por metro ($S.m^{-1}$) ou micro Siemens por centímetro ($\mu S.cm^{-1}$).

Como em meio líquido a corrente elétrica é transportada pelos íons presentes em solução (cátions e ânions), esta é uma medida fácil e indireta de verificar a presença de íons oriundos de moléculas polares como: sais inorgânicos (cloretos, sulfetos, carbonatos, fosfatos, entre outros). A presença destes compostos aumenta a condutividade elétrica da água, enquanto moléculas que não se ionizam como: álcoois, óleos minerais e vegetais ou açúcares tendem a diminuir a condutividade elétrica da água. Entretanto, não é só a concentração de compostos que influenciam os valores de condutividade elétrica, a

temperatura é importante na medida uma vez que o seu aumento acarreta um ganho no transporte da corrente elétrica devido a mobilidade maior das moléculas do meio. Na Tabela 21 podemos observar valores usuais para diferentes tipos de água.

Tabela 21. Valores de condutividade elétrica para diferentes tipos de água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)

Tipo de Água	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
Água Deionizada	0,055 - 1
Água Destilada	0,5 - 3
Neve Derretida	2 - 42
Água da Torneira	50 - 800
Água Potável	30 - 1500
Água Doce Bruta	100 - 2000
Água Industrial	10000
Água do Mar	55000

Fonte: ANA - 2020

Os resultados encontrados de condutividade elétrica estão relacionados na Tabela 22.

Tabela 22. Valores de condutividade elétrica dos 03 (três) pontos analisados no acesso ao Lago do Rei

Pontos	Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
1	154,3
2	142,0
3	130,0

Conforme observado na tabela de referência, os valores encontrados nos três pontos analisados estão dentro do esperado para águas doce brutas.

Valor do IQA

Este diagnóstico baseou-se no índice de qualidade das águas - IQA, amplamente, utilizado no Brasil, cujas tabelas são regionais (Tabela 9). Uma vez que a região amazônica

ainda carece desta referência, foi empregada a tabela utilizada nos estados de São Paulo, Bahia, Goiás, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul: Com relação aos pontos analisados no acesso ao Lago do Rei, a média do IQA para os 02 (dois) pontos analisados foi de 31 (trinta e um). Este valor enquadra-se dentro de uma qualidade de águas avaliada como “RUIM”. Lembrando que segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA são necessários no mínimo 6 pontos de coleta em um corpo hídrico para sua classificação.

Registros Fotográficos



Figura 19. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1

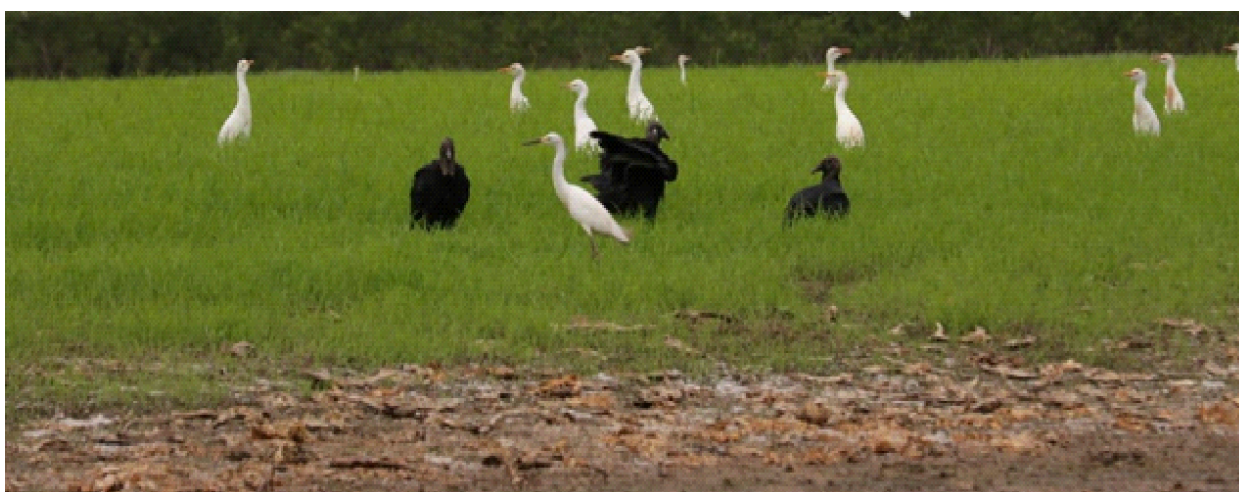


Figura 20. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1, com peixes em decomposição.



Figura 21. Acervo Fotográfico da Campanha - Nível baixo da água do acesso ao lago do Rei no ponto 1



Figura 22. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, ponto 3, no rio Amazonas



Figura 23. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, no ponto 2, no acesso ao Lago do Rei

Conclusão

Levando em consideração apenas os resultados das análises efetuadas no sítio de amostragem, pode-se concluir que o fenômeno da mortandade dos peixes observado no local trata-se de um episódio natural promovido pelo abaixamento do nível das águas observado nesta época do ano para a região, entretanto, estudos mais aprofundados sobre a qualidade das águas da região são indispensáveis para futuras campanhas de monitoramento de qualidade das águas, uma vez que a região amazônica não possui um Índice de Qualidade das Águas - IQA que reflita as condições naturais dos diferentes corpos hídricos encontrados na bacia Amazônica.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Índice de qualidade das águas**. Portal da qualidade das águas. Brasil, 2009. Disponível em: Acesso em: 25 nov. 2011.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18^a. ed. Washington, 1992.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Disponível em <https://www.apha.org/> - Acesso em: 06\abril\2020.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 14^a ed. Washington, 1975.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19^a. ed. Washington, 1995.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20^a. ed. Washington, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION- APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AWWA; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington D.C., 1998. 1193 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**. Resolução 357. Brasília, 2005. 23 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**. Resolução 274. Brasília, 2000.

CARVALHO, T. M. **Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais**. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 1, n. 1, p. 73-85, 2008.

CAMARGO FILHO, M.; FREITAS, A. R.; SILVA, S. C. F.; SOUZA, E. L.; TRATZ, E. B. **Hidrometria aplicada: medição de vazão da seção 2 do rio Cascavel, Guarapuava (PR)**. Disponível em: <<http://searches.uninstallmaster.com>. Acesso em: 16 mai. 2015.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índices de qualidade das águas**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidadedas-%C3%A1guas> - Acesso em: 06\abril\2020.

CUNHA-SANTINO, BUZELLI, G. M.; M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP)**. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

DREW, D. **Processos interativos homem – meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M., 1978. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. 2º ed. Oxford. Blackwell Sci. Publ. 214 p.

GUERRA, L.V. **Caracterização microbiológica do Sistema Lagunar de Maricá, RJ. Niterói. 2005, 74f**. Monografia (Bacharelado em Biologia). Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia. Universidade Federal Fluminense.

JUCHEM, P.A. **Técnicas para Avaliação de Impacto Ambiental e Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental de Empreendimentos Selecionados - Projetos de Aproveitamento Hidrelétrico**. In: *Manual de Avaliação de Impactos Ambientais*. 1ª ed., Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1992.

KLINGE, H., OHLE, W. **Chemical properties of rivers in the Amazonian area in relation to soil condition**. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, v. 15, p. 1067-1076, 1964.

KÜCHLER, I.L., MIEKELEY, N., FOSBERG, B.R.A **Contribution to the Chemical Characterization of Rivers in the Rio Negro Basin, Brazil**. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 11, nº 3, p. 286-292, 2000.

LENCASTRE, A. E FRANCO, F. M. **Lições de Hidrologia**. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 1984.

MACKERETH, J. F. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. *Freshwater Biological Association*, n. 36, 121 p., 1978.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**. Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005. Brasília: CONAMA, 2005.

PROSAMIM - **Programa de Saneamento dos Igarapés de Manaus**. Disponível: <http://prosamim.am.gov.br/> - Acesso em: 06\abril\2020.

RODIER, J. **L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux residuais, eaux de mer**. 5.ed. Paris: Dunod, v.1, 1975. 629 p.

SÁ, R. L. **Inventário de dados fluviométricos do Estado do Espírito Santo**. 2011. 38 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

USEPA - **United States Environmental Protection Agency**. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Washington DC, 1983.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. v. 1, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Capítulo VII



VII. Seca na Amazônia Central e a Morte de Peixes

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Carlos Edwar de Carvalho FREITAS

Vinícius Verona Carvalho GONÇALVES

Henrique dos Santos PEREIRA

Introdução

O texto a seguir consiste em uma breve síntese do contexto ecológico-social das várzeas amazônicas, com ênfase no sistema do Lago do Rei, visando embasar teoricamente as análises realizadas. A primeira parte consiste em uma caracterização do ambiente, seguida por uma descrição das assembleias de peixes típicas das várzeas e dos principais mecanismos fisiológicos / ecológicos dos peixes que habitam essas áreas. Depois, é apresentada estimativa disponível sobre a biomassa de peixes nesses sistemas. Ao final é apresentada a forma de ocupação humana na várzea, sempre com ênfase no sistema de Lago do Rei, destacando a importância da agricultura e da pesca para os ribeirinhos.

O Ambiente

As várzeas amazônicas

As áreas alagáveis adjacentes aos grandes rios constituem áreas de fundamental importância ecológica, funcionam como estabilizadores ao longo do ciclo hidrológico (MITSCH e GOSSELINK, 2000), interagem com a atmosfera nos ciclos de água, carbono, nitrogênio e servem como habitat para uma grande diversidade de plantas e animais (JUNK *et al.*, 2020).

As áreas alagáveis da planície amazônica compreendem aproximadamente 840.000 km² (HESS *et al.*, 2015), sendo que os ambientes de água branca representam cerca de 40% dessa área (MELACK e HESS, 2010). As áreas periodicamente inundadas ao longo dos cursos dos rios de água branca, as várzeas, estendem-se dos Andes ao oceano Atlântico acompanhando o canal principal do rio Amazonas e seus grandes afluentes de água branca como o Madeira, Purus, Juruá e Japurá (JUNK *et al.*, 1989; JUNK *et al.*, 2012), com dimensões laterais podendo alcançar dezenas de quilômetros (HESS *et al.*, 2003; HESS *et al.*, 2015). Na Amazônia, estes complexos sistemas adjacentes aos grandes rios de águas brancas, com nascentes nos contrafortes andinos, recebem a denominação de "várzeas" e constituem os ambientes mais produtivos em toda a bacia (GOULDING *et al.*, 2019).

São sistemas bastante complexos e os lagos em seu interior podem ser classificados segundo o processo de formação, em "*lowland lakes*" (lagos de terras baixas) quando formados em depressões naturais na planície aluvial, "*oxbow lakes*" nos meandros abandonados e "*ria lakes*" quando formados no curso inferior de tributários, em consequência do barramento hidráulico causado pelo rio principal (Figura 24).

A porção mais baixa da várzea Amazônica (várzea baixa), possui dimensões laterais que variam de 20 a 100 km (SAINT-PAUL e BAYLEY, 1979; JUNK, 1980), onde formam-se numerosos lagos, com grande variabilidade de tamanhos, baixa profundidade, diferentes formas e níveis de conexão com o canal principal (SIOLI, 1991; ESTEVES, 1998). Nos lagos, e na área de transição entre estes e a porção mais alta da várzea (várzea alta), há o predomínio de vegetação alagada, incluindo florestas e pradarias de capins flutuantes, funcionando como locais de alimentação, reprodução e refúgio para numerosas espécies de animais aquáticos, incluindo boa parte dos principais peixes de interesse da pesca comercial da região Amazônica (GOULDING, 1980; JUNK, 1997; SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016).

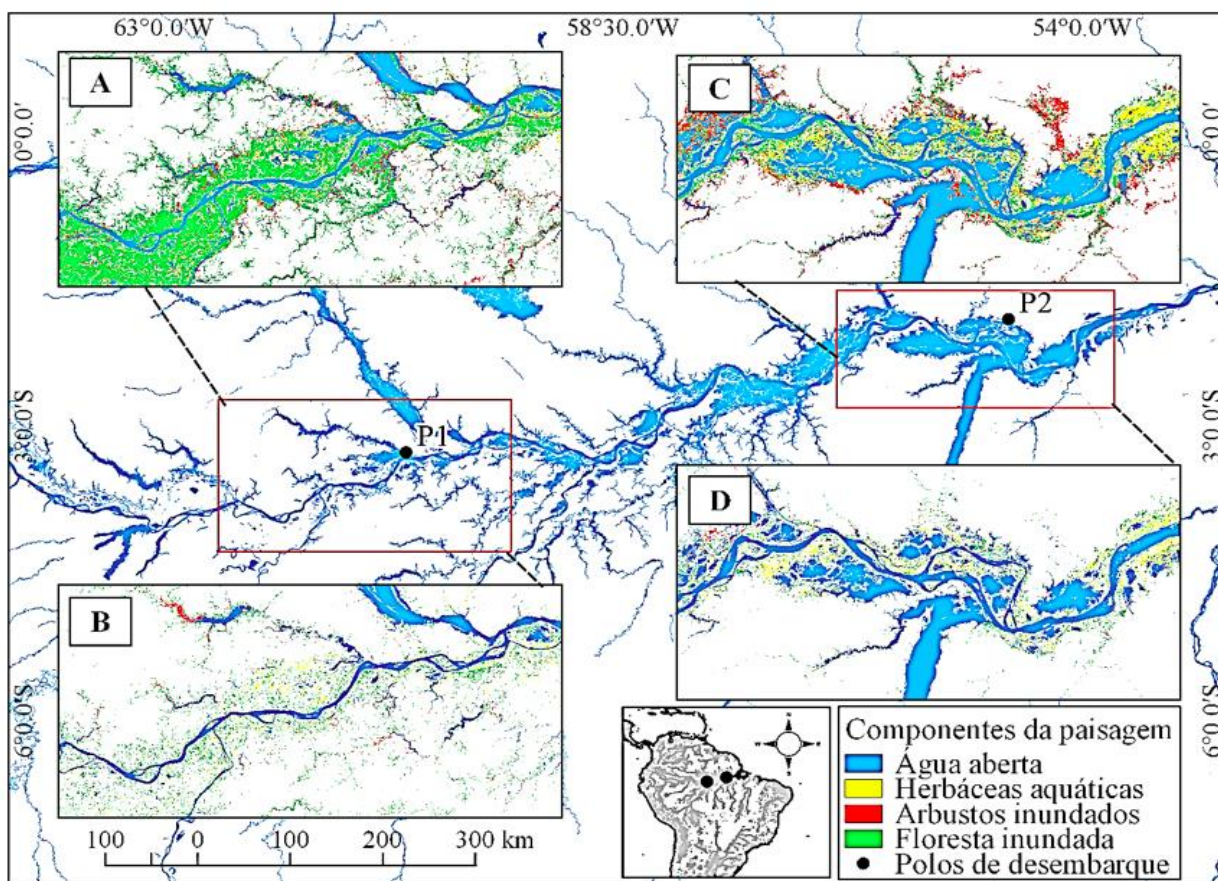


Figura 24. Figura composta por duas áreas do eixo Solimões-Amazonas, evidenciando a extensão e a complexidade das planícies alagáveis "várzeas" adjacentes aos grandes rios da Amazônia, sendo A- Baixo Solimões (incluindo a ilha do Careiro e o sistema do Lago dos Reis no canto esquerdo) no período de águas altas; B – Baixo Solimões (incluindo a ilha do Careiro e o sistema do Lago dos Reis no canto esquerdo) no período de águas baixas; C – Baixo Amazonas no período de águas altas; D - Baixo Amazonas no período de águas baixas.

O sistema do Lago do Rei

O "Lago do Rei" consiste em um grande corpo d'água de aproximadamente 100 km² durante a estação de águas altas. Está situado imediatamente a jusante da confluência entre os rios Negro e Solimões (Figuras 25 e 26). É um típico sistema de várzeas baixas na planície sedimentar do rio Amazonas. Apresenta fundo plano e profundidade média variando de um metro, durante a seca, a mais de 10 metros na época de cheia (MERONA e BITTENCOURT, 1993).

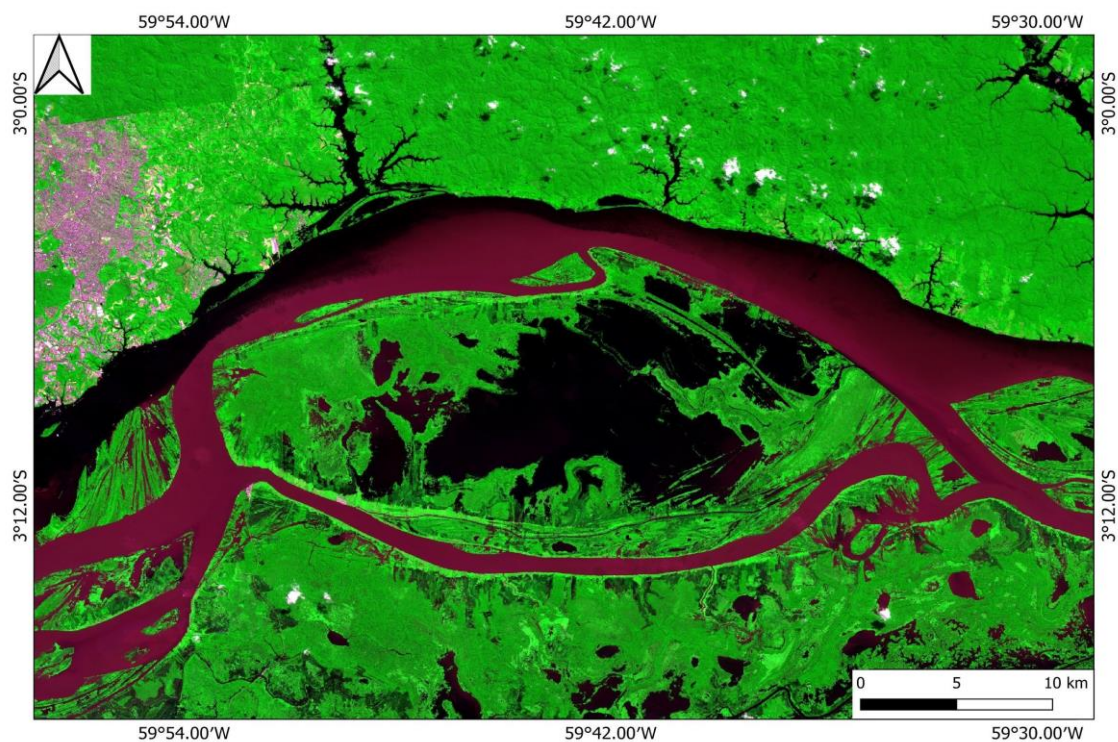


Figura 25. Imagem do sistema do Lago dos Reis capturada pelo satélite Sentinel 2A, entre os dias 11/05/2018 e 30/06/2018, período de águas altas, com a mediana das bandas B4, B8 e B2.

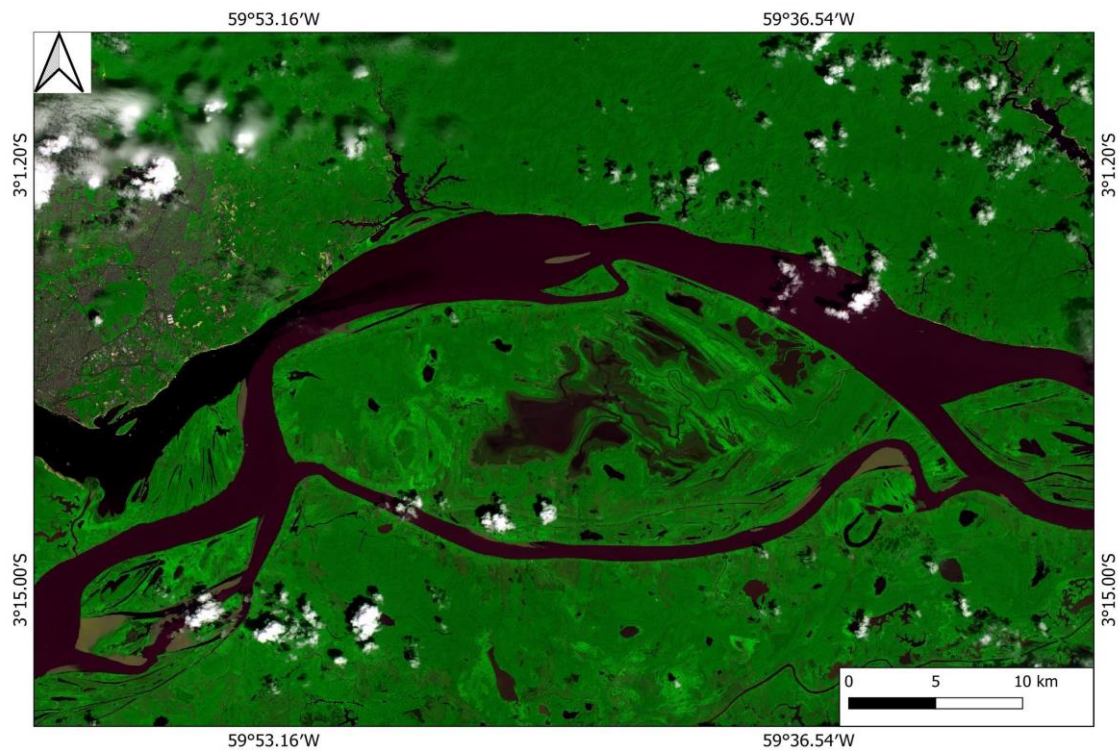


Figura 26. Imagem do sistema do lago dos Reis, capturada pelo satélite Sentinel 2A, entre os dias 01/11/2018 e 01/01/2019, período de águas baixas, com a mediana das bandas B4, B8 e B2.

O lago principal é formado por numerosos lagos secundários que se comunicam quando o nível da água é alto, formando um único corpo d'água nos anos de cheias mais intensas. Esses lagos ficam isolados na seca e as restingas são cobertas de vegetação. O lago se comunica com o canal principal do rio Amazonas por um único canal, meandrante, conhecido como "Paraná do Rei". Este canal constitui a passagem obrigatória da água e dos peixes durante grande parte do ano.

As áreas de várzea na Amazônia estão submetidas a um ciclo hidrológico, também conhecido como pulso de inundação, este fenômeno pode ser definido com a flutuação do nível do rio, ocasionado pela variação nos padrões de precipitação na bacia e pelo degelo anual dos Andes (JUNK *et al.*, 1989). Com o aumento dos níveis de precipitação, ocorre o aumento do nível das águas inundando as planícies laterais adjacentes ou várzeas, essas planícies estão submetidas a um ciclo hidrológico previsível e monomodal, previsível porque ele ocorre todos os anos seja de menor ou maior intensidade ou de menor ou maior duração e monomodal porque cada período do ciclo ocorre uma única vez no ano (JUNK *et al.*, 1989; IRION *et al.*, 1997).

Os fluxos de água entre o rio e a planície de inundação são complexos e podem variar no espaço e no tempo (ALSDORF *et al.*, 2007). Durante a enchente a várzea recebe água e sedimento do rio através de fluxo difuso, esse transporte ocorre principalmente por *overbank*, quando o nível da água aumenta e ultrapassa a altura das margens laterais, contribuindo para a deposição de sedimentos para planície de inundação (DUNNE *et al.*, 1998; RUDORFF *et al.*, 2014).

No período de seca com a redução no volume de água e a consequente diminuição da profundidade dos lagos, aliado ao efeito dos ventos ocorre a ressuspensão de sedimentos depositados (ALCANTARA *et al.*, 2010; JUNK *et al.*, 2011; FASSONI-ANDRADE *et al.* 2019). Bourgoin *et al.* (2007), estudando a dinâmica de sedimentos no Lago Grande de Curuai observaram que em períodos de água baixa a concentração de sedimentos foi seis vezes maior que a concentração máxima observada no rio Amazonas para o mesmo período. O efeito do incremento de sedimentos no período de seca, também foi relatado em outros lagos do rio Solimões como o Lago Grande de Manacapuru e o Lago Coari (FASSONI-ANDRADE *et al.*, 2019). ALCANTARA *et al.*, (2010) destacaram que, com a

queda no nível da água, a ação do vento e a morfometria do lago foram as principais causas na variabilidade da turbidez.

O aumento da concentração de sedimentos no período de seca tem como consequências a alteração na composição e produção das comunidades bióticas e a diminuição do oxigênio dissolvido na água (JUNK *et al.*, 1983; PENALUNA *et al.*, 2016; APRILE; DARWICH 2013). O oxigênio nas águas da bacia amazônica é determinado por interações físico-químicas e biológicas sendo afetado principalmente pelo pulso de inundação (VAL e ALMEIDA-VAL 1995; VAL *et al.*, 1998). O baixo oxigênio dissolvido na água afeta populações de peixes em todo o mundo, inclusive a fauna bentônica (HOWELL e SIMPSON, 1994).

Os peixes das várzeas

Composição das assembleias de peixes das várzeas amazônicas

As assembleias de peixes das várzeas amazônicas incluem representantes dos principais grupos da ictiofauna neotropical. No entanto, diversos estudos demonstraram que Characiformes e Siluriformes são os grupos mais abundantes e diversos (BAYLEY, 1983; JUNK *et al.*, 1983; MERONA e BITTENCOURT, 1993; CRAMPTON, 1999; SIQUEIRA-SOUZA e FREITAS, 2004). Os Characiformes incluem espécies de grande porte e elevada importância comercial como o tambaqui *Colossoma macropomum* e diversas espécies agrupadas sob o nome vulgar de piabas, pertencentes aos gêneros *Hemigrammus*, *Apistogramma* e *Nannostomus*.

As várzeas constituem os ambientes aquáticos mais estudados da Amazônia. Os diversos estudos realizados relatam estimativas de riqueza de espécies variando de 35 a 185 espécies e índice de diversidade de Shannon variando de 2,90 a 5,50, sendo que a variação observada está provavelmente associada ao esforço amostral (Tabela 23). No entanto, pesquisas realizadas pelo Projeto PIATAM registraram mais de 250 espécies (Projeto PIATAM, dados não publicados). Analisando a diversidade trófica, carnívoros e onívoros são as guildas dominantes nos lagos de várzea (FREITAS *et al.*, 2010).

Tabela 23. Riqueza de espécies e diversidade de assembleias de peixes em lagos de várzea da Amazônia

Lago / Rio	H' (índice de diversidade de Shannon)	S (riqueza de espécies)	Referência
Reis / Amazonas	4,12	55	Merona & Bittencourt (1993)
Inácio / Amazonas	2,90	48	Saint-Paul <i>et al.</i> (2000)
Catalão / Amazonas	5.50	185	Do Vale (2003)
Sumaúma / Solimões	4,82	47	Siqueira-Souza & Freitas (2004)
Maracá / Solimões	3,89	41	Siqueira-Souza & Freitas (2004)
Sacambu / Solimões	4,63	45	Siqueira-Souza & Freitas (2004)
Sumaúma / Solimões	4,57	50	Siqueira-Souza & Freitas (2004)
Iauara	3,10	35	Siqueira-Souza & Freitas (2004)

Fatores que influenciam a composição das assembleias de peixes das várzeas amazônicas

De modo geral, é reconhecida que a biodiversidade em um ecossistema é resultante de processos históricos e das interações bióticas e abióticas vigentes. Em sistemas de grandes rios com planície alagável adjacente, as variações sazonais do nível da água promovidas pelo pulso de inundação constituem o principal fator regulador do ambiente e da biota (JUNK *et al.*, 1989), determinando as condições ambientais e atuando, inclusive, na regulação das interações bióticas. Essas variações influenciam fortemente a estrutura das assembleias de peixes e suas interações tróficas, sendo determinantes na vida e no comportamento das espécies (TEJERINA-GARRO *et al.*, 1998; WINEMILLER, 2004; FREITAS e GARCEZ, 2004; SOUSA e FREITAS, 2008, GARCEZ *et al.*, 2017).

Em períodos de águas altas, ocorre o aumento da disponibilidade de recursos alóctones incorporados no sistema aquático, oriundos da planície de inundação (GOMES e AGOSTINHO 1997; ABUJANRA *et al.*, 2009; TOCKNER *et al.*, 2010), aumento do número de refúgios contra predadores (carnívoros) o que favorece o aumento da população e a

produção de biomassa em diversas espécies de peixes (GOULDING *et al.*, 1980). Os períodos de seca são considerados períodos de stress para boa parte das espécies de peixe, sendo também associado a um processo de mortalidade devido a fortes alterações no sistema aquático (CASTELLO *et al.*, 2015). A redução na concentração de oxigênio, o aumento da turbidez e da temperatura da água devido a diminuição do volume, proporciona altas taxas de mortalidade na ictiofauna em lagos e rios e paranás na Amazônia (WELCOMME, 1979; GOULDING *et al.*, 1988; JUNK, 1980; MATTHEWS e MARSH-MATTHEWS, 2003; FREITAS *et al.*, 2012). Na tentativa de se defender destes impactos, algumas espécies de peixes selecionam lagos mais profundos para maximizar as taxas de sobrevivência durante o período de seca (ARANTES *et al.*, 2013).

A redução do ambiente aquático durante a seca, além de promover uma deterioração das condições ambientais, principalmente as já mencionadas, redução no oxigênio dissolvido e aumento da temperatura da água, promovem uma intensificação das interações bióticas, em especial predação e competição. Castello *et al.* (2015) identificaram que a seca promove redução na biomassa de peixes disponíveis, com o aumento da mortalidade natural. Esse resultado corrobora uma descoberta em um estudo no rio Kafue, que mostrou uma redução de 40% na biomassa de peixes em períodos de águas baixas de um ano hidrológico médio (LAGLER *et al.*, 1971).

Aspectos fisiológicos de peixes de várzea, respiração e hipóxia

Os peixes são animais com uma grande diversidade de adaptações anatômicas e fisiológicas, o que lhes permitiu colonizar com sucesso a grande maioria dos ambientes aquáticos do planeta, incluindo águas superficiais e subterrâneas, grandes rios e planícies adjacentes na região tropical, pântanos, lagos em cavernas, rios árticos. São vertebrados, aquáticos, tipicamente ectotérmicos, com esqueleto ósseo ou cartilaginoso.

A grande maioria das espécies retira o oxigênio dissolvido da água pelas brânquias, que são órgãos bastante vascularizados. No entanto, algumas espécies apresentam adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e comportamentais para sobreviver em condições de hipóxia, obtendo oxigênio diretamente da atmosfera. Na Amazônia, o pirarucu *Arapaima* sp. realiza respiração aérea suplementar obrigatória através de uma bexiga

natatória adaptada e a realocação de diversos processos fisiológicos (BRAUNER *et al.*, 2004). Também foi observado que algumas espécies desenvolveram adaptações para sobreviver em ambientes hipóxicos, apesar do elevado custo energético, como estratégia de fuga de predadores (ANJOS *et al.*, 2008).

A resposta dos peixes à hipóxia é espécie-específica. Diversos estudos foram realizados para avaliar o nível de estresse e as concentrações letais de oxigênio dissolvido para peixes da Amazônia, como o matrinxã (*Brycon amazonicus*) (FERREIRA *et al.*, 2010), piranha (*Serrasalmus eigenmanni*) (BALDISSEROTTO *et al.*, 2008) e pacu (*Metynnis hypsauchen*) (BALDISSEROTTO *et al.*, 2008). Esses estudos demonstraram que algumas espécies apresentam maior resistência à hipóxia, podendo suportar baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, enquanto outras são menos resistentes e pequenas reduções nos níveis de oxigênio podem representar altas taxas de letalidade.

Aspectos ecológicos dos peixes da várzea, com ênfase nos padrões de migração

A migração de peixes é um comportamento adaptativo de movimentação de grupos de indivíduos entre habitats e ecossistemas, em geral associado com condições ambientais e/ou fases do ciclo de vida desses animais. A migração possibilita vantagens bioenergéticas e evolutivas para espécies que estão adaptadas para as variações espaciais e temporais do ambiente (ALÓ *et al.*, 2020). Na Amazônia, existem migrações de diversas escalas, desde poucos quilômetros até mais de 10.000 quilômetros. Sendo que essas escalas estão frequentemente relacionadas com a direção das migrações, que podem ser longitudinais ou laterais. As migrações longitudinais ocorrem dentro do gradiente fluvial cabeceira-foz e podem ocorrer em ambas as direções. Considerando os objetivos deste trabalho, as migrações longitudinais, ainda que impressionantes, não serão discutidas.

As migrações laterais envolvem movimentações de até algumas dezenas de quilômetros entre os habitats da planície e o canal principal do rio e são realizadas por alguns Characiformes de grande importância para a pesca na Amazônia (GOULDING, 1980; FERNANDES, 1997; ARAÚJO-LIMA e RUFFINO, 2003). Fernandes (1987) estudou as migrações de peixes no sistema do Lago do Rei, incluindo o Paraná do Careiro, e identificou 20 espécies como migradores laterais, incluindo ainda mais dez espécies como potenciais

migradores, mas com dados insuficientes. Dentre as espécies migradores, a autora estudou em detalhe o comportamento e a fisiologia de quatro espécies de branquinha (*Potamorhina latior*, *Psectrogaster amazonica*, *Psectrogaster rutiloides* e *Curimata kneri*), a curimatã (*Prochilodus nigricans*) e o jaraqui escama-fina (*Semaprochilodus insignis*). A partir dos resultados, a autora identificou três padrões de migração lateral no sistema do Lago do Rei:

- Em agosto/setembro durante a descida das águas, alguns grupos de *P. latior*, *P. amazonica*, *P. rutiloides*, *C. kneri*, *P. nigricans* e *S. taenirus* deixam o Lago do Rei em direção ao rio Amazonas. Aparenta ser uma migração destinada a escapar das condições desfavoráveis que vão ocorrer durante a seca.
- Em dezembro/janeiro, no começo da enchente, ocorre uma segunda migração de peixes deixando o lago em direção ao rio Amazonas. Os peixes que migram nesse momento estão maduros e essa migração parece estar relacionada com a desova.
- De janeiro a maio, após a desova, uma migração lateral ocorre em sentido oposto, sem a formação de cardumes. As larvas recém eclodidas também são carregadas pela corrente do rio para o lago. Nessa fase, os peixes migram para usar o lago como áreas de alimentação (adultos) e berçário (larvas).

Estimativa de biomassa de peixes na várzea

Barley (1989) analisou as fontes de carbono disponíveis nas várzeas do rio Solimões, no trecho de 187 km entre as confluências dos rios Purus e Negro, para estimar uma produção anual de peixes (incluindo os camarões do gênero *Macrobrachium*) em 36.600 toneladas de carbono por ano, para uma área variando de 700 a 2.100 km². No entanto, o autor estimou que a pesca retira menos de 3% dessa produção total, provavelmente devido ao uso seletivo de poucas espécies, atendendo as preferências do mercado consumidor (FREITAS e RIVAS, 2006; LOPES *et al.*, 2016).

Ocupação humana e as atividades produtivas nas várzeas

Agricultura

Devido às dinâmicas fluviais e geomorfológicas de erosão e deposição de sedimentos e migração lateral dos canais, o relevo da planície de inundação e das ilhas de canal resulta numa paisagem ondulada, ou seja, com diferenças pequenas de altitude com transições suaves. Nos ambientes de cotas mais baixas se inscrevem depressões preenchidas por água (lagos e chavascais), drenos (furos e igarapés) e de cotas mais elevadas (restingas com cobertura florestal). As porções de deposição mais recente apresentam cotas mais baixas e assim ficam submersas por períodos mais longos. Assim, o tipo de ocupação e a sazonalidade das atividades produtivas desenvolvidas na fase terrestre serão governados pela topografia/batimetria da planície alagável e pela sazonalidade do pulso de inundação.

O calendário de atividades agrícola da várzea da Amazônia Central é marcado por quatro estações que correspondem à combinação dos regimes fluviométrico (enchente, cheia, vazante e seca) e pluviométrico (“inverno” e “verão”). O mês de maio marca uma fase de transição, quando geralmente ocorre a normalização da precipitação pluviométrica e o nível das águas cruza a cota média. Maio, junho e julho formam o trimestre da estação cheia quando a grande parte da área cultivada está submersa, causando uma redução drástica nas atividades da fase terrestre. Agosto marca o início da vazante, propiciando a rápida reintegração de áreas submersas ao cultivo agrícola. Agosto, setembro e outubro formam o trimestre que corresponde à estação “seca” (ou seja, vazante). Esta estação se caracteriza por um menor nível das águas, e por mínimas mensais de precipitação pluviométrica e máxima de insolação e evapotranspiração. Este trimestre é marcado pelo aumento de áreas cultiváveis e consequente intensificação das atividades produtivas terrestres, entre elas, as atividades de preparo do solo. Durante esta fase, a redução da superfície dos corpos d’água permite também a intensificação das atividades produtivas aquáticas, entre elas a pesca lacustre e de canal. Hortaliças são particularmente sensíveis à redução da umidade do solo, sendo comum a prática da irrigação durante este período.

Nas várzeas, a época de preparar a terra, semear e colher varia conforme a cota de área de moradia e de cultivo agrícola ocupada pelo morador.

A pesca

Durante a cheia, uma parte dos moradores, especializados ou não, “migram” para a atividade de pesca comercial, uma vez que as atividades agrícolas estão suspensas e há liberação da mão-de-obra familiar. Na fase de águas baixas, apenas os moradores especializados (“pescadores de inverno-e-verão”) intensificam a atividade de pesca. No entanto, o *locus* da pesca é deslocado para os canais principais já que as embarcações de maior porte não têm acesso aos ambientes lacustre do interior da planície que nessa época estão com volume reduzido e navegabilidade diminuída.

Dependendo da conexão com o canal principal e profundidade em relação à profundidade do canal principal, os lagos podem ser temporários ou permanentes e terão diferentes funções como ambiente de reprodução e crescimento das espécies migratórias e sedentárias e, por conseguinte, diferentes papéis na atividade de pesca. Se o corpo d’água permanece com uma grande área alagada, inclusive no período de seca dada a conexão entre os lagos, a similaridade na composição da ictiofauna, entre os períodos de cheia e seca se mantém, embora as espécies dominantes sejam diferentes nos dois períodos (BEVILAQUA e SOARES, 2014).

Gestão da pesca e o seguro defeso

Em 2005, por solicitação da Federação dos Pescadores do Amazonas, o Ibama prolongou o defeso por mais dois meses para que pescadores pudessem receber mais duas parcelas do seguro-desemprego¹. A justificativa para tal medida foi que a grande mortandade de peixes e a seca extrema daquele ano estavam impedindo o exercício da

¹<https://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2005/12/13/22207-ibama-prorroga-periodo-de-defeso-na-bacia-amazonica.html>

pesca, de modo equivalente a um “desastre natural”. Essa foi a única vez que tal medida foi adotada.

Na atualidade, a Lei Nº. 11.959/2009 que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, em seu Art. 2º, inciso XIX, ao definir o defeso como sendo “a paralisação temporária da pesca para a preservação da espécie, tendo como motivação a reprodução e/ou recrutamento” acrescenta ainda que se considera o defeso as “...paralisações causadas por fenômenos naturais ou acidentes”. De modo paralelo, o decreto Nº 10.080 de outubro de 2019 que regulamenta a Lei nº 10.779, de 25 de novembro de 2003, que dispõe sobre a concessão do benefício de seguro-desemprego, durante o período de defeso, em seu art. 1º § 14, dispõe que “excepcionalmente, nas hipóteses de grave contaminação por agentes químicos, físicos e biológicos poderá prolongar o período de defeso para as áreas e os grupos específicos atingidos, nos termos previstos na legislação”.

Dada a sua previsão e amparo legal, tal medida protetiva ao trabalhador da pesca pode ser uma alternativa a ser avaliada, na hipótese de o fenômeno se repetir em intensidade ainda mais severa que a observada neste ano e caso haja a demanda por parte dos pescadores e seus representantes.

Referências

- ABUJANRA F, AGOSTINHO A. A, HAHN NS. **Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil.** *Braz J Biol.*; 69(Suppl. 2):469-479, 2009.
- ALCÂNTARA, E., NOVO, E., STECH, J., LORENZZETTI, J., BARBOSA, C., ASSIREU, A., SOUZA, A., **A contribution to understanding the turbidity behaviour in an Amazon floodplain.** *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 14, 351–364, 2010.
- ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. **A respiração em peixes da Amazônia: Ajustes metabólicos à hipóxia crônica.** In: X Reunião da FESBE, 1995, Serra Negra, SP. Abstract Book, 1995.
- ALÓ, D, LACY SN, CASTILLO A, SAMANIEGO HA, MARQUET PA. **The macroecology of fish migration.** *Global Ecology and Biogeography.* Doi: 10.1111/geb.13199, 2020.
- ALSDORF, D., BATES, P., MELACK, J., WILSON, M., DUNNE, T.. **Spatial and temporal complexity of the Amazon flood measured from space.** *Geophys. Res. Lett.* 34, 1–5, 2007.
- ANJOS MB, OLIVEIRA RR, ZUANON J. **Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains.** *Brazilian Journal of Biology*, 68: 45-50, 2008.
- APRILE, FM. AND DARWICH, AJ. **Nutrients and water-forest interactions in an Amazon floodplain lake: an ecological approach.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 25, no. 2, p. 169-182, 2013.
- ARANTES CC, CASTELLO L, CETRA M, SCHILLING A. **Environmental factors affecting the distribution of arapaima in floodplains of the Amazon.** *Environ. Biol. Fishes* 96, 1257–1267, 2013.
- ARANTES CC, CASTELLO L, CETRA M, SCHILLING A. **Environmental factors affecting the distribution of arapaima in floodplains of the Amazon.** *Environ. Biol. Fishes* 96, 1257–1267, 2013.
- ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. & RUFFINO, M.L. **MIGRATORY FISHES OF THE BRAZILIAN AMAZON.** IN: J. CAROLSFELD, B. HARVEY, C. ROSS & A. BAER (eds.) **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status.** Washington, USA: IDRC, World Bank, 2003.
- BALDISSEROTTO B, CHIPPARI-GOMES AR, LOPES NP, BICUDO JEPW, PAULA-SILVA MN, ALMEIDA-VAL VMF, VAL AL. **Ion fluxes and hematological parameters of two teleosts from the Rio Negro, Amazon, exposed to hypoxia.** *Brazilian Journal of Biology*, 68:571-575, 2008.
- BAYLEY, PB. **Central Amazon fish populations: biomass, production and some dynamic characteristics.** Doctoral Thesis, Dalhousie University, Canadá, 308p, 1983.

BRAUNER CJ, MATEY V, WILSON JM, BERNIER NJ, VAL AL. **Transition in organ function during the evolution of air-breathing; insights from *Arapaima gigas*, an obligate air-breathing teleost from the Amazon.** Journal of Experimental Biology, 20VII: 1433-1438, 2004.

CARABALLO P, FORSBERG BR, ALMEIDA FFD, LEITE RG. **Diel patterns of temperature, conductivity and dissolved oxygen in an Amazon floodplain lake: description of a friagem phenomenon.** Acta Limnol. Brasiliensia 26, 318–331, 2014. (doi:10.1590/s2179 975x2014000300011)

CASTELLO L, MCGRATH DG, HESS LL, COE MT, LEFEBVRE PA, PETRY P, MACEDO MN, RENÓ VF, ARANTES CC. **The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems.** Conserv. Lett. 6, 217–229, 2013 (doi:10.1111/conl.12008).

CASTELLO, L., ISAAC, V.J., THAPA, R.. **Flood pulse in the Lower Amazon.** Royal. Open Society. 2, 150299,. 2015

CRAMPTON, W.G.R. **Os peixes da reserva Mamirauá: diversidade e história natural na planície alagável da Amazônia.** In: Queiroz, H. & Crampton, WGR. Estratégias para o Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá. Sociedade Civil Mamirauá, 1999.

DANNIEL ROCHA BEVILAQUA; MARIA GERCILIA MOTA SOARES. **Variação temporal da composição íctica em lagos de várzea, Ilha do Risco, Itacoatiara, Amazonas, Brasil** Acta Fish. Aquat. Res. (2014) 2 (2): 17-27. DOI 10.2312/ActaFish.2014.2.2.17-27.

DUNNE, T., MERTES, L.A.K., MEADE, R.H., RICHEY, J.E., FORSBERG, B.R. **Exchanges of sediment between the flood plain and channel of the Amazon River in Brazil.** Geol. Soc. Am. Bull. 110, 450–467, 1998.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Interciência, Rio de Janeiro. 1998. 602 pp.

FASSONI-ANDRADE, A.C, PAIVA, R.C.D. **Mapping spatial-temporal sediment dynamics of river-floodplains in the Amazon Remote Sens.** Environ., 221 (2019), pp. 94-107.

FERNANDES, CC. **Lateral migration of fishes in Amazon floodplains.** Ecology of Freshwater Fish, 6, 36-44, 1997.

FERREIRA M.S, OLIVEIRA A.M, VAL A.L. **Critical swimming speed of matrinxã (*Brycon amazonicus*) exposed to hypoxia.** Acta Amazonica, 40: 699-704, 2010.

FREITAS C.E.C, RIVAS A.A.F. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental.** Ciência e Cultura (SBPC), 58: 30-32, 2006.

FREITAS C.E.C, SIQUEIRA-SOUZA F.K, PRADO K.L.L, YAMAMOTO K.C, HURD L.E.. **Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes.** In: Rojas *et al.* [eds.] Amazon Basin: Plan Life, Wildlife and Environment. Environmental Research Advances Series. Nova Publishing. pp. 43-78, 2010.

FREITAS, C. E.C.; GARCEZ, R. S. Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River (Amazon-Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v. 16, n.3, 2004.

FREITAS, C.E.C; PRADO, K.L.L.; SOARES, M.G.M. *Assembleias de peixes associadas às macrófitas aquáticas em lagos de várzea do baixo rio Solimões*. 2011.

GARCEZ, R.C.S; SOUZA, L.A; FRUTOSO, M.E; FREITAS, C.E.C. 2017. *Seasonal dynamic of Amazonian small-scale fisheries is dictated by the hydrologic pulse*. *Boletim Instituto de Pesca*, São Paulo, 43(2): 207 – 221.

GOMES LC, AGOSTINHO AA. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Manag Ecol*. 1997; 4(4):263-274.

GOULDING M, VENTICINQUE E, RIBEIRO MLDB, BARTHEM RB, LEITE RG, *et al*. *Ecosystem-based management of Amazon fisheries and wetlands*. *Fish and Fisheries*. 20(1):138–58, 2019

GOULDING, M. *The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history*, Berkeley: University of California Press, 1980.

HESS, L. L., MELACK, J. M., AFFONSO, A. G., BARBOSA, C., GASTIL-BUHL, M., & NOVO, E. M. Wetlands of the lowland Amazon basin: Extent, vegetative cover, and dual-season inundated area as mapped with JERS-1 synthetic aperture radar. *Wetlands*, 35, 745–756, 2015.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; BARBOSA, C. C. F. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation. *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 404–428, 2003.

HOWELL P, SIMPSON D. Abundance of marine resources in relation to dissolved oxygen in Long Island Sound. *Estuaries* 1VII:394–402, 1994.

IRION, G, JUNK WJ, MELLO DE. The large Central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological, and geomorphological aspects. In: *The Central Amazon Floodplains. Ecology of a Pulsing System*(ed. Junk W), pp. 23–46. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1997.

Junk W. J. 1985. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon River. *Amazoniana* 9, 315–352.

JUNK W.J, BAYLEY PB, SPARKS RE. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, DP. *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. Canadian Special Publication of Fishery and Aquatic Science, 10VI: 110-127, 1989.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis - um desafio para limnologia. *Acta Amazonica* (Impresso), v. 10, p. 775-795, 1980.

JUNK, W. J. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 1997. v. 126. 525p.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; W., F. **A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas)**. *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, p. 461-475, 2012.

JUNK, W. J.; SOARES, M G M ; CARVALHO, F M . **Distribution of fish species in a lake in the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions**. *Amazoniana (Kiel), Alemanha*, v. 7, p. 397-431, 1983.

JUNK, W.J., PIEDADE, M.T.F., SCHÖNGART, J., COHN-HAFT, M., ADENEY, J.M., WITTMANN, F., 2011. **A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands**. *Wetlands* 31, 623–640.

LAGLER KF, KAPETSKI JF, STEWART DJ. 1971. **The fisheries of the Kafue River Flats, Zambia, in relation to the Kafue Gorge Dam**. Chilanga (Zambia): Central Fisheries Research Institute, 1971.

LOPES GCS, CATARINO M, LIMA AC, FREITAS CEC. **Small-scale fisheries in the Amazon Basin: general patterns and diversity of fish landings in five sub-basins**. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41l: 889-900, 2016.

MAGOULICK DD, KOBZA RM. **The role of refugia for fishes during drought: a review and synthesis**. *Freshw. Biol.* 48, 1186–1198, 2003.

MATTHEWS WJ, MARSH-MATTHEWS E. **Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity**. *Freshw. Biol.* 48, 1232–1253, 2003.

MELACK, J. M.; HESS, L. L. **Remote Sensing of the Distribution and Extent of Wetlands in the Amazon Basin**. In: Junk, W. J.; Piedade, M. T. F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Org.). *Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management*. 1. ed.[S.l.]: Springer Verlag, 2010. v. 210. p. 43–59.

MERONA B, BITTENCOURT, MM. **Les pleuplements de poissons du "Lago do Rei", un lac d'inondation d'Amazonie centrale: description générale**. *Amazonian*, XII: 415-441, 1993.

MITSCH WJ, GOSSELINK, JG. **Wetlands**. Wiley & Sons, New York, 2000. 920p.

PENALUNA, B. E.; OLSON, D. H.; FLITCROFT, R. L.; WEBER, M. A.; BELLMORE, J. R.; WONDZELL, S. M.; DUNHAM, J. B.; JOHNSON, S. L.; REEVES, G. H. **Aquatic biodiversity in forests: a weak link in ecosystem services resilience**. *Biodiversity and Conservation*, p. 1–31, 2016.

RUDORFF, C.M., MELACK, J.M., BATES, P.D., **Flooding dynamics on the lower Amazon floodplain: 2. Seasonal and interannual hydrological variability**. *Water Resour. Res.* 50, 635–649, 2014.

SAINT-PAUL, U. P.B. BAYLEY. **A situação da pesca na Amazônia Central.** Acta Amazônica 9. (Supl.): 109-114, 1979.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de floresta tropicais.** 3rd ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

SIQUEIRA-SOUZA FK, FREITAS CEC, HURD LE, PETERERE M. **Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter?** Hydrobiologia 776(1):99-110, 2016.

SIQUEIRA-SOUZA FK, FREITAS CEC. **Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões River.** Brazilian Journal of Biology, 64: 501-510, 2004.

SOUSA, R. G. C; FREITAS, C. E. C. **The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the middle Solimões River, Brazil.** Neotropical Ichthyology VI: 249–255, 2008.

TEJERINA-GARRO, F.L.; FORTIN, R. & RODRÍGUEZ, M.A. **Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin.** Environmental Biology of Fishes 51: 399-410, 1998.

TOCKNER K, LORANG MS, STANFORD JA. **River flood plains are model ecosystems to test general hydro geomorphic and ecological concepts.** River Res Appl. 2010; 2VI:76-86.

VAL AL, SILVA MNP, ALMEIDA-VAL VMF. **Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task.** S Afr J Zool 33:107–114, 1998.

WELCOMME, R. L., 1979. **Fisheries ecology of floodplain rivers.** Longman, London and New York.

WINMILLER , K. O. **Floodplain river food webs: generalizations and implications for fisheries management.** Pages 285–309 in R. L.Welcomme and T. Petr (editors). Proceedings of the 2nd International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Regional Office for Asia and the Pacific, Food and Agriculture Organization and Mekong River Commission, Bangkok, Thailand, 2004.

Capítulo VIII



VIII. Dieta Alimentar e a Mortandade de Peixes em Cinco Décadas na Amazônia Central

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Carlos Augusto da SILVA

Vinícius Verona Carvalho GONÇALVES

Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO

Ane Karoline Rosas BRITO

Angela Maria Araújo de LIMA

Nathaly Pinheiro RABELO

Introdução

A bacia do rio Amazonas, a maior bacia hidrográfica do mundo, caracterizada pela expressiva caudalosidade do rio, possui uma cobertura superficial em torno de 6.1×10^6 Km². Partindo dessas informações referentes ao rio Amazonas, o escopo deste texto é de descrever através de observações e exercícios do uso da memória, sobre as ocorrências relativas às mortes de peixes na Amazônia Central, durante um período de cinquenta anos.

Vale ressaltar, que entende-se por Amazônia Central, o trecho que pode ter como ponto de referência a foz do rio Purus, estendendo-se, até o ponto de encontro do rio Madeira, com o rio Amazonas. Para traçar uma espécie de pêndulo do tempo, o texto está dividido em três tópicos.

Dessa forma, o primeiro tópico realiza um enunciado em relação à dieta alimentar das populações humanas pré-colombiana, cujo o peixe encontrava-se na dieta alimentar; o segundo tópico, é uma descrição em relação às mortandades de peixe no Paraná e lagos em Manaquiri - AM, exposta por meio de uma panorâmica de linha do tempo sobre os anos de 1963-2020; e o terceiro, é o tópico destinado a abordagem das habilidades e talvez as competências de homens, mulheres e crianças, no período das secas, onde realizavam ajuri, para transformar os peixes mortos em farinha de peixe o “Piracuí”.

Dieta alimentar

Dieta alimentar à base de Peixe na Amazônia Central Pré-colombiana

Durante as escavações arqueológicas na Amazônia Central de 1995-2008 (NEVES *et al.*, 2003, 2004; NEVES e PETERSEN, 2006; NEVES, 2013), foram identificados importantes informações relacionadas ao modo de vida das populações indígenas, referentes as suas habilidades de manejo dos ecossistemas nos “braços” dos rios Amazonas-Solimões e Negro. As escavações em centenas de sítios arqueológicos demonstraram que o ambiente favorável de recursos naturais, foram culminantes nos últimos três mil anos antes a.c., para as populações humanas, havendo elevados labirintos de manejos interessantes e significativos para um processo de sedentarismo na região.

O manejo talvez fosse um marcador de estabilidade social, levando em consideração, as modificações nas paisagens como às moldagens de imensos estratos de solo escuros nas falésias dos grandes rios ou em áreas de interflúvios produzidos pelas ações humanas. Watling *et al.*, (2020). Os solos escuros na acepção de Neves (2006), foi um marcador de demografia na Amazônia Central. Nesse tipo de ambiente, as populações humanas utilizavam mecanismos de coletas de brotos e sementes de espécies de árvores disponíveis em áreas de terras firmes e de várzeas. Para Fonseca (2011), em torno das malocas, às percepções são possíveis de serem avaliadas em sítios arqueológicos aqui nos “braços” dos rios Amazonas-Solimões e Negro.

Prestes-Carneiro *et al.*, (2015), realizou a análise de ossos faunísticos recolhidos em escavações arqueológicas do sítio Hatahara, localizado hoje na área urbana da cidade de Iranduba-AM. Sendo essa uma análise muito valiosa, pois os ossos, são de elencos dos peixes e répteis que foram componentes das dietas alimentares das populações humanas, que interagiam no ambiente no período entre 750–1230 d.c. (PRESTES-CARNEIRO *et al.*, 2015, p. 9). Os ossos, são de exemplos de peixes, que apesar do passar do tempo e do modo de vida humano, em muitos casos pautado na extração predatória, são peixes sobreviventes, que ainda hoje estão presentes nas feiras, nos mercados, nas cidades, nas comunidades, nas vilas, e nos Distritos do estado do Amazonas, ainda cumprindo a função

de contribuir na nutrição das populações contemporâneas. Na Tabela 24, lista-se algumas das espécies de peixes em que constam os nomes científicos e populares.

Tabela 24. Ossos de Peixes identificados em escavações arqueológicas na Amazônia Central

Dieta alimentar providas à base de peixes de 76% no sítio arqueológico Hatahara há mil anos depois do ano <i>domini</i> .				Exemplares de peixes identificados		Estimado em kg.
Nº	Taxonomia	Nome Popular	Sítio	Nº Máximo	Nº mínimo	
01	<i>Paratrygon aiereba</i>	Arraia	Sítio Hatahara	7192	280	1.573.73
02	<i>Arapaima</i> sp.	Pirarucu	Sítio Hatahara	145	48	561.699
03	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Aruanã	Sítio Hatahara	10	4	2.173
05	<i>Serrasalminae</i> (<i>Colossoma macropomum</i> / <i>Piaractus brachypomus</i>)	Piranhas	Sítio Hatahara	18	4	8.561
06	<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui	Sítio Hatahara	65	22	135.878
07	<i>Piaractus brachypomus</i>	Pirapintiga	Sítio Hatahara	10	4	6,464
08	<i>Doradidae</i>	Cuiú-cuiú	Sítio Hatahara	125	24	44.199

Fonte: Copilado de Carneiro-Prestes *et al.*, (2015).

A Tabela 24, apresenta alguns dos peixes identificados, que somam um total de 9.474 espécies (Prestes-Carneiro et al.2015), porém também outros peixes, com menos frequência foram identificados como: muçum, jacaré, sucuri, poraquê, tracajá e de aves. Os dados demonstram que no conjunto de animais capturados, suas estruturas morfológicas apresentaram números de indivíduos adultos, por exemplo, as vértebras de tambaqui e pirarucu. Nesse sentido, referente ao pirarucu, os autores avaliam, os peixes capturados estimados com uma média de peso avaliada em 100 a 75 quilogramas. Tendo assim, o volume de massa identificado nos vestígios, como algo importante e interessante para avaliar, considerando que as ossadas podem ser vistas como tipos de testemunhos ou fotografias, em que as populações humanas interagem na maloca. De acordo com Neves

(1999), essas populações tinham certos saberes, no sentido de preservar as espécies da fauna, e assim manter uma dieta alimentar equilibrada.

O sítio encontra-se em uma planície Ab'sáber (2003), na margem esquerda do rio Solimões. Defronte ao sítio há duas ilhas, a primeira denominada de Muratu, a outra de Jacurutu. Essas ilhas são espécies de úteros ou ecos, que exercem na área da várzea a função de berçário de espécies de peixes. Tendo em vista, que nos interiores dessas ilhas, existem pequenos lagos, que são refúgios para as desovas de umas infinidades de espécies, como era o caso do pirarucu, que a partir do mês de fevereiro e março, quando a chamada "água nova" inicia o afogamento da planície.

Vale ressaltar, que "água nova" é um termo denominado pelos pescadores e agricultores familiares. Sendo eles, pessoas que interagem nessas ilhas com atividades como o cultivo da agricultura de praia, durante o período de seca do rio Amazonas-Solimões. Dessa forma, a hipótese, é que talvez fossem dessas ilhas e outros lugares, de acordo com Tuan (2013), os vestígios identificados durante as escavações arqueológicas, no sítio arqueológico Hatahara. Local que encontra-se à margem direita do Solimões, mais especificamente, defronte à Vila de Janaucá. Além do ponto de referência, este sítio arqueológico tem sua base de solo o do tipo escuro, identificado como grande assentamento indígena pré-colombiano.

Dando continuidade à linha de raciocínio do texto, as toneladas de vestígios resgatados pelo Projeto Amazônia Central nos anos de 1995- 2009, tornaram viáveis a identificação da cidade de Iranduba e a Vila de Janaucá, como cidades indígenas. Tal informação provém das similitudes entre modos de vidas observados, baseados nos indicadores, que ao serem interpretados apontam no espaço abundância em alimentos. Indicando dessa maneira, premissas para que a Amazônia Central fosse densamente povoada. Outros dados fundamentais para a compreensão da estrutura ocupacional de populações humanas são os relatos dos primeiros viajantes, com observações sobre descidas e subidas do rio Amazonas-Solimões. Esses relatos importantes são riquíssimos em conteúdo, pois os observadores não mediram palavras para registrar que as ilhas, eram compostas por densidades demográficas robustas, e seus cultivos e suas interações com o meio, como propulsor da moldagem dos ecossistemas culturais, como se pode presenciar na Ilha de Terra Nova.

A Ilha do Careiro

A primeira informação por fontes escritas das confluências dos rios Solimões-Amazonas e Negro é do frei Gaspar de Carvajal em 1542, na expedição comandada pelo conquistador Francisco Orellana. O frei chega a descrever que os encontros dos rios faziam o movimento de abraço mútuo, por cerca de aproximadamente dez a doze quilômetros. E em suas descrições é revelado que nas margens norte e sul do rio havia povoações, com malocas aparentemente simétricas, ao serem vistas de longe. Ou seja, essa paisagem seguia a geografia do rio. Os registros sobre esses campos antigos de observações apontam para um local com portas fortificadas, praças e gravuras demonstrando os status socioculturais desse povo do Negro e Solimões-Amazonas, como descreve:

Nesse mesmo dia, saindo ali, prosseguindo a nossa viagem, vimos uma boca de outro grande rio, à mão esquerda, que entrava no que navegávamos, e de água negra como tinta, e por isso lhe pusemos o nome de Rio Negro. Corria ele tanto e com tal ferocidade que em mais de vinte léguas fazia uma faixa na outra água, sem misturar-se com ela (CARVAJAL, 1941, p. 50).

No mesmo dia em que a esquadra chegou ao encontro dos rios, percebeu-se que havia outras povoações, talvez pouco abaixo deste ponto de chegada. Tais povoações são da Ilha de Terra Nova, onde hoje encontra-se assentada a comunidade de São Francisco. Carvajal chegou a descrever, que pelo fato de as povoações não entenderem as atitudes dos expedicionários, realizaram certos esboços de atacá-los, contudo, pela força dos expedicionários os índios foram dominados e o estoque de alimento que havia na povoação foi tomado e embarcado nas canoas dos espanhóis, conforme foi descrito:

Ainda nesse dia vimos outras povoações não muito grandes. No domingo da Santíssima Trindade descansou o Capitão com a sua gente nos pesqueiros de um povoado que estava numa lomba, encontrando-se aí muito peixe, que foi socorro e grande alegria para os nossos espanhóis, pois havia dias que não descansávamos. Estava esta povoação situada em uma lomba afastada do rio, como em fronteira de outros povos que lhe faziam guerra, pois estava fortificada por uma muralha de grossos troncos. Quando os nossos companheiros subiram para tomar comida, os índios a quiseram defender e se fizeram fortes

dentro daquela cerca, que não tinha mais de uma porta havendo-se com bravura. Mas como nos víamos em necessidade, resolvemos atacá-los e, nessa determinação, acometemos pela dita porta, entrando sem nenhum risco. Os companheiros pelejaram com os índios até desbaratá-los e logo recolheram a comida, que havia em quantidade (CARVAJAL, 1941, p. 51-52).

A descrição do cronista é bem salutar, porque indica que a povoação estava “assentada em uma lombada”. Esta expressão, até hoje, é dialogada pelos residentes da ilha, podendo ser facilmente ouvida em áreas ribeirinhas do Amazonas. Outra informação de grande significado da narrativa, é em relação ao Pesqueiro dos índios (Lago do Rei), esse espaço denominado Pesqueiro, na verdade foi e ainda é uma fonte cuja populações da Ilha de Terra Nova pescam, por exemplo, os anos de 1940, 1960 e 1970, o Pesqueiro prestou grandes serviços às povoações que residiam na margem norte do Amazonas. Atualmente, o espaço é a identificada como Colônia Antônio Aleixo, as Figuras 27, 28 e 29 demonstram que a descrição do frei Gaspar (1941) comprova que em 1542, havia elevadas concentrações de populações manejando os recursos disponíveis na floresta, na terra e nas águas na Ilha de Terra Nova, vejamos então.



Figura 27. Exemplos de pirarucu sendo pesados

Fonte: Foto. Álbum de família de Dona Maria do Carmo (1941)



Figura 28. Quelônios sendo avaliados para aferir o valor
Fonte: Foto. Álbum de família de Dona Maria do Carmo (1941)



Figura 29. Procedimentos de extração do látex.

Fonte: Foto. Álbum de família de Dona Maria do Carmo (1941).

A voz do frei nas linhas de sua crônica destaca a sociabilidade, por parte de algumas aldeias, ao serem recebidos sem haver resistências. Porém, a ausência de alimentos nas embarcações dos expedicionários foi um fator motivador, para que eles não fossem, em muitos casos, tão sociáveis com os índios utilizando da força, para a retirada de alimentos das malocas, na ânsia de suprirem as carências dos estoques, até então vazios. Uma vez que, as figuras expostas acima demonstram claramente, que as populações indígenas da Ilha de Terra Nova haviam desenvolvido um sistema altamente sustentável, para suprir com garbo a dieta alimentar. Informação que também está bem específica nesse registro do frei. Sendo assim, as imagens e o texto são elementos comprobatórios, no que tange às provas sobre a gigantesca abundância de recursos pesqueiros antes de 1542, conforme demonstrado por Prestes-Carneiro *et al.*, (2015).

Ainda nessa esteira de descrições em relação à área da ilha, o segundo observador que a descreveu com certa maestria, foi Padre Cristóbal de Acuña, na expedição de Pedro Teixeira em (1637-1639). As populações humanas que o padre descreveu nessas imediações da Ilha de Terra Nova eram numerosas. E referente forma como chamava-se o Rio Negro, o padre disse que “Os nativos que o habitam chamam-se de Curiguacuru, embora os Tupinambás, (...) lhe tenham dado o nome de Uruna, em que sua língua quer dizer água negra, como igualmente chamaram o principal, o das Amazonas, neste lugar, de Paranaguaçu” (ACUÑA, 1994, p. 137).

Retornando a densidade demográfica, a descrição em relação às quantidades de povoações nas margens do rio feita pelo padre Acuña, é bem similar à descrição do frei Gaspar de Carvajal em 1542. Muito embora, a expedição de Pedro Teixeira cortou as águas do Rio Negro em 12 de outubro de 1639, de volta do Peru, precisamente noventa e sete anos, após a descrição de Carvajal. Acuña, chegou a citar alguns povos que interagiam entre si, na foz Rio Negro, logo poderiam também estar em conexão com a Ilha de Terra Nova. A lista com nomes dos povos descrita por Acuña, encontra-se na Tabela 25.

Tabela 25. Relação dos nomes dos povos que interagiam no Rio Negro em 1639.

Nº	Nome dos Povos	Local
01	Canizuaris	Rio Negro
02	Aguayras	Rio Negro
03	Yacuucaraes	Rio Negro
04	Cahuayapitis	Rio Negro
05	Manacarus	Rio Negro
06	Yanmas	Rio Negro
07	Guanamas	Rio Negro
08	Carapanaaris	Rio Negro
09	Guarianacaguas	Rio Negro
10	Azerabaris	Rio Negro
11	Carupatabas	Rio Negro
12	Guaranaquazanas	Rio Negro

Fonte: Copilado de Acuña (1994, p. 138).

Os doze povos descritos por Acuña são talvez evidências significativas para os diversos sítios arqueológicos informados por Sternberg (1968), em que os ancestrais desses povos teriam interagido intensivamente nessa região da Ilha, deixando uma cultura material fabulosa. O Padre João Daniel (2006), descreveu sobre as mediações do Rio Negro no século XVIII, detalhando que foram retiradas de suas malocas, uma enorme quantidade de índios, chegando a beirar três milhões, para trabalhar na condição de escravizados na lavoura de cana-de-açúcar e de tabaco, em Belém e Maranhão. E, seguindo a descrição desse manejo histórico da ilha, que envolve saberes, o Diário do Ouvidor Sampaio de 1825, descreveu informações a respeito dessas interações dos índios.

Francisco Xavier Ribeiro de Sampaio (1774 e 1775), comentou que no baixo rio Madeira e seus tributários havia uma população indígena grandiosa dos povos - Mura, que na época eram tidos como agressivos, pois atacavam as lavouras de seus compatriotas. Além de, no dia 01 de outubro de 1774, quando saía do Rio Madeira para subir o rio Amazonas-Solimões, que possivelmente viajou pelo paraná do Paraná, na margem direita do rio Amazonas, tudo isto, no sentido de evitar as fortes correntezas que há na margem norte do Amazonas, próximo dos lagos do Puraquequara e Jatuarana.

E assim seguiu a viagem até chegar ao Paraná que os Mura denominavam de “Uáquiri” (SAMPAIO, 1825, p. 23). Hoje, o nome é Paraná do Careiro da Várzea, à esquerda

está assentada à cidade homônima, o Paraná que interliga as navegações ao Solimões-Amazonas, sendo somente para embarcações de pequeno porte. Todavia, o Ouvidor Sampaio segue em 1774 viajando no Solimões. Ele também descreve o nome de Solimões, é devido ao povo que viviam nas imediações onde hoje está o município de Coari, o nome era “Sorimão” (SAMPAIO, 1825, p.24). Em sua descrição nas imediações da Ilha de Terra Nova, a produção de alimentos era visível, e talvez esta visibilidade possa ser devido ao período de seca do rio, pois, nos meses de outubro e novembro o rio Solimões nos encontros dos rios a vazante bem acentuada. Isto, pode ser o que o Ouvidor viu e anotou em seu diário, referente aos encontros dos rios Solimões e Negro até Tefé, havia uma grande produção de alimentos no qual o cultivo em áreas de praias, provavelmente um modelo que foi bastante acentuado em períodos tardios nas mediações, bem antes da colonização.

Ainda sobre à discussão de frei Gaspar de Carvajal, na sua crônica cita que havia estradas, com função de ligar as malocas até a margem do rio, um percurso para as demais malocas distantes do rio, além de um sistema de troca de produtos entre as malocas, por exemplo, o peixe salgado enunciado por Carvajal, é um testemunho de relações sociais.

Hoje, apesar de haver um sistema de conservação de peixes, com o uso de gelo, em alguns municípios do Amazonas, esse modelo cultural percebido por Carvajal, ainda está em exercício. Outro exemplo antigo que feito atualmente, é o acondicionamento de farinha de mandioca em embalagens utilizando o paneiro confeccionado de fibras de palmeiras e protegido com folhas de Mariri (*Banisteriopsis caapi*), Sororoca (*Phenakospermum guyanense*) e outras disponíveis nas agroflorestas culturais.

As Figuras 30 e 31, são imagens refletidas e descritas por Carvajal, das quais abordam que havia uma estratégia aparelhada pelas populações humanas bem-organizadas, pois para manter caminhos em áreas de várzeas, é necessário haver uma dinâmica de não alterar o meio físico, e ao mesmo tempo, manter a floresta em pé. Talvez a dinâmica fosse uma virtude desses povos que viviam em área de várzea baixa nos braços dos rios Amazonas-Solimões. O etno-historiador Antônio Porro (2016), também faz alusão às estruturas governativas das populações, que interagem nesses ambientes da Amazônia Central, antes da colonização portuguesa.

Já o Arqueólogo, Eduardo Góes Neves, inicia sua tese de livre docência, onde procurou “apresentar uma reconstituição da história da ocupação humana da Amazônia

central no longo período transcorrido entre o início do Holoceno, há cerca de dez mil anos atrás, até a época do início da colonização européia, no século XVI” (NEVES, 2012, p. 1).

Neste sentido, não é possível compreender que as ocupações humanas nas mediações dos “abraços” dos rios Solimões-Amazonas e Negro, não são o marco no século XVI, e sim de milhares de anos. Essa leitura do passado pode ser confirmada à medida que as pesquisas arqueológicas avançam na região, junto aos registros escritos pelos pioneiros viajantes que subiram e desceram o Rio Amazonas. O passado se conecta bastante com o presente, por atividades de homens e mulheres, que deixaram suas histórias inscritas em artefatos modelados exclusivamente para a reprodução de vidas, conforme apresentadas nas figuras abaixo.



Figura 30. Peixe salado depositado em paneiro confeccionado de fibras de jauari (*Astrocaryum jauari*).

Fonte: Foto. Carlos Augusto da Silva, set., 2019.



Figura 31. Farinha à venda em embalagem orgânica.

Fonte: Foto. Carlos Augusto da Silva, nov., 2017.

Este modelo cultural presente nas Figuras 30 e 31 tem uma raiz histórica longa, e pode ser uma luz para mudanças radicais, a respeito do uso massivo de embalagens não orgânicas, consumidas pelas sociedades atuais. As embalagens supracitadas são talvez um código simbólico, pois após o uso dos conteúdos, as embalagens eram descartadas no meio ambiente, contribuindo para a formação de solo de terra preta na Amazônia antiga. Feitas estas descrições de manejos nos ambientes dos “abraços dos rios”. A próxima rede a ser tratada é o ambiente em que está assentada a comunidade São Francisco, na Ilha de Terra Nova.

A Comunidade São Francisco está assentada na Ilha de Terra Nova

A comunidade de São Francisco é geograficamente posicionada paralelamente ao Rio Amazonas e provavelmente é uma das povoações percebidas pelas expedições compostas de canoas que penetraram as águas do Solimões-Amazonas, durante os primeiros séculos de conquista por portugueses e espanhóis. Pois é possível que os expedicionários tenham avistado as malocas indígenas, com certa simetria, como ainda hoje, as casas seguem a morfologia do rio Amazonas. MOREIRA (2017, p. 26) descreve [...] “é, na essência, uma típica comunidade ribeirinha, com suas casas, em um total de 112, situadas ao longo da margem do rio” [...].

Na verdade, essas casas, conhecidas como casas de "pernas-de-pau", formam uma configuração, nas quais as longas trilhas culturais são propositalmente em frentes das casas. Embora, que paralela às trilhas, há uma espécie de cerca viva composta por agroflorestas culturais ou das reproduções naturais, por exemplo, as culturais estão às centenas de jenipapeiros, bacurizeiros, socorozeiros etc., e seus frutos no período da seca servem de dieta alimentar aos homens, pássaros e, na cheias os poucos peixes que ainda se mantêm na Ilha também se alimentam.

Assim, também são as árvores de tarumã que nos meses de junho e julho expõem suas flores de cores violetas que parecem que há uma tesoura que faz as aparas, mas são os enxames de abelhas que fazem a retirada do néctar para também a continuação ou reproduções de populações de abelhas.

Seguindo esta trilogia, as finas árvores de imbaúbas, com seus frutos muito parecidos a um cordão na cor verde-claro, quando maduros, partem ao meio lançando minúsculas sementes à água, e peixes como: pacu, sardinha e pirapitinga, são agraciados com tal alimento nutritivo. Outras árvores que completam as agroflorestas culturais são as que estão aos fundos das casas, as diversas plantações compostas por açaí, bacaba, cacau, cupuaçu, graviola, goiaba, ingá etc., elas completam a dieta alimentar de homens e animais na Ilha.

Este sistema de composição arquitetônico formado por árvores nas trilhas, são um tipo de parede de barreiras ou obstáculos vivos, devido ao período da cheia do rio, em que capim ou as madeiras que descem no rio, não venham a chocar-se com as casas. Assim, a cada estação de seca ou cheia, novas imbaúbas, novos tarumãs etc., e as borboletas

coloridas recompõem as agroflorestas culturais, ao que tudo indica têm uma linha inicial no passado pré-colonial. (NEVES, 2012, p. 13), salienta que há “História da ocupação humana da Amazônia central no longo período transcorrido entre o início do Holoceno, a cerca de dez mil anos, até a época do início da colonização européia, no século XVI DC”.

Na Comunidade São Francisco, assim como nas demais comunidades que compõem essa trilogia na Ilha de Terra Nova, há assentamentos pré-colombianos. Os assentamentos geralmente têm composição de árvores introduzidas pelas populações humanas do passado ou contemporâneas. No caso da comunidade São Francisco, a área em que se encontra o sítio arqueológico “Canteirão” ou “AM-MA-3: Terra Nova” (SIMÕES, 1974, 172), fica em um meandro, ou seja, em um lago, igarapé ou canal. E é na margem sul do canal onde fica a formação de terra preta, produzida pelas ações humanas que ali interagem por milhares de anos.

Sítio Arqueológico Canteiro Ilha da Terra Nova

Em 1968/69 Simões (1974), desenvolveu pesquisa no baixo Rio Negro, em que foram identificados 10 sítios arqueológicos no trecho compreendido da praia da Ponta Negra até as proximidades do paraná da Eva. Os levantamentos foram tanto nas margens esquerda e direita do Rio. Na esquerda foram identificados os sítios como Siderama, Lales e Jonasa e outros, na margem direita dois sítios e um sítio o canteiro, alocado na Ilha de Terra, a Figura 32 apresenta o mapa de distribuição dos sítios arqueológicos no baixo Rio Negro.

O sítio Canteirão, da Ilha de Terra Nova, foi escavado por Mário Simões em 1968 e os estratos culturais demonstraram haver três filiações Culturais Ceramistas, sendo elas: Manacapuru, com idade estimada entre os séculos VII a IX D.C; Paredão, com idade estimada entre os séculos VII a XI; e Guarita, entre os séculos IX a XVI D.C. (NEVES, 2006, p. 56). Durante as escavações foi percebido a partir de alguns elementos identificados, a não interferência antrópica abrasiva, ou seja, as camadas culturais apresentavam bom estado de preservao e formao. Como mostra esse trecho de Simões (1974):



Figura 32. Localização dos sítios pesquisados nos arredores do baixo rio Negro, AM

Fonte: Copilado de (SIMÕES, 1974, p. 171).

Nos sítios não perturbados AM-AM-3 e 5, o refugo é mais espesso, alcançando mais de 1, 50 m, porém o mesmo a partir 60 cm, encontra-se concentrado em pequenas áreas de proximamente 50 cm de diâmetro, sugerindo depressões ou buracos de esteiro preenchidos com material rolado. (SIMÕES, 1974, p. 72).

Essa descrição salienta que o sítio AM-AM-3, devido à posição geográfica, poderia sofrer interferências das estações de cheia do Rio Amazonas, muito possível o processo de correnteza das águas, gerava os impactos das alterações dos pacotes culturais. Entretanto, um fator que pode ter contribuído para diminuir o embate das correntezas, pode ter sido as agroflorestas culturais intrusas aos ambientes da Ilha como: Caioé (*Elaeis ole*), Urucuri (*Atalea excelsa*) etc., As palmeiras são notadas com o perfil de milhares de raízes, perfil esse que contribui no desenvolvimento de outras árvores (Figuras 33 e 34). Fato é que os sistemas agroflorestais culturais foram construídos, ou melhor, cultivados pelas populações pré-coloniais, nas quais conseguiram que as espécies de ecossistemas de terra firme se adaptassem em ambientes de várzeas.



Figura 33. Caioé (*Elaeis ole*) cultivado no sítio arqueológico como estrato de solo de terra preta que segundo Simões (1974) têm “1, 50 m de espessura”, contendo volume da indústria cerâmica em superfície interessante.

Fonte: Foto. Carlos Augusto da Silva, fev., 2019.



Figura 34. Exemplo de sistemas agroflorestas culturais elaborado pelas populações humanas pré-colombianas, literalmente em ecossistemas de várzea. E, mantido pela agricultura familiar na comunidade São Francisco da Terra Nova.

Fonte: Foto. Carlos Augusto da Silva, fev., 2019.

Essa parte do sítio é onde há o pasto do gado, as estruturas ao solo ficam próximas às áreas de igapós, a informação, é que o local destinado às canoas que eram atracadas para o embarque de produtos, e quando a cheia atingia nível máxima, os locais das estruturas eram utilizados pelos pescadores para as capturas de tambaqui, pirapitinga e outros peixes que se alimentam de frutas, pois, nessas estruturas ainda há alguns exemplares de seringa barriguda (*Hevea brasiliensis*), a semente é disputada pelos peixes, o termo “barriguda” é utilizado pelos pescadores. Neste sentido, o sítio tem uma importância significativa, pois, é um ambiente que conserva as sementes e mudas nas estações de cheia e seca do Rio Amazonas.

Os fragmentos cerâmicos simples ou decorados estão dispersos por toda a área. E, entre os fragmentos há uma qualidade expressiva de ferramentas líticas e muita cerâmica, isto, pode significar que a cerâmica e o lítico foram muito utilizados pelas populações, e os volumes podem sinalizar que na Ilha de Terra Nova havia um sistema de comércio de cerâmico e lítico, haja vista, que no local onde hoje está às instalações do PROAMA, a obra do Governo do Amazonas, para o abastecimento d’água para a cidade de Manaus. O local é conhecido de porto das lajes, em virtude de haver uma camada de rochas, que tudo indica que foram utilizados para a produção de ferramentas pelos povos da Ilha.

E, isto pode ser um indicador pela dimensão do sítio, que o local possa ter sido um centro de entreposto de comércio de trocas de sementes e ferramentas na Ilha, antes da

colonização, as figuras 35 e 36 são demonstrações contidas nos registros cerâmicos que houve uma ocupação volumosa na Ilha de Terra Nova, em que os testemunhos estão representados, nas variedades de plantações existentes, o extraordinário pacote de solo de terra preta, as cerâmicas e líticas são evidências claras indiscutíveis, que o igarapé ou lago da Aninga foi humanizado, e hoje, encontra-se na condição de refúgios de agricultores, pescadores e criadores que interagem no sítio, sem, contudo, causar impactos significativos, pois, o sítio é como, uma bolsa que têm várias aberturas, mas as mãos que as manipulam tem saberes que estão no infinito, pois, cada geração de agricultor, pescador e criador, que toma o comando do sítio, o infinito está na água do igarapé Aninga, nas agroflorestas culturais e na terra preta de cor de borra e café, são os saberes que estão demarcando os laços de amizade pelos cantos dos pássaros do sabiá, do carão, do coró-coró e urutaí que são os biorelógios indicando se pode plantar ou pescar, é a vida tingida pelos abraços d'águas de cor de bacaba e açai (Solimões-Amazonas e Negro).



Figura 35. Fragmentos cerâmicos com digitais humanas manifestam a identidade do homem da várzea da Ilha de Terra Nova.

Foto. Carlos Augusto da Silva, fev., 2019.



Figura 36. Acervo Fotográfico da Campanha - Análise de turbidez, no ponto 2, no acesso ao lago do Rei.

Foto. Carlos Augusto da Silva, fev., 2019.

Os fragmentos são as fontes de registros de como as populações transformaram ambientes conseguindo alta produtividade, capacitando para crescimentos demográficos em escalas exponenciais. São as possíveis vozes que podem ser retiradas de todos os fragmentos identificados juntos aos capins no antigo anfiteatro da Ilha de Terra Nova. Pois, cada caco tem um significado que representa traços culturais presentes em cada partícula na base e na borda dos vasilhames que eram moldados para determinados eventos sociais ou culturais, são os signos curiosos em cada fragmento. Na sequência deste texto

descreve-se às memórias de mortandades de peixes no paraná e lagos do município de Manaquiri no Amazonas.

Mortandades de Peixes

Panorâmica de mortandades de peixes em período de secas de 1963-2020 em Manaquiri - AM

Em 1963, com a cheia bastante volumosa, em que as várzeas dos lagos do Taputau, Caio, Couera, Mirau, Cururu, todos a margem esquerda do rio Manaquiri e repletos de igarapés, durante as altas estações de secas ficavam apenas com pequenos filetes d'guas. Algumas espécies costumam ficar nesses ambientes, como a traíra (*Hoplias*), o poraquê (*Electrophorus*) e às vezes o jeju (*Hoplerythrinus unitaeniatus*), que conseguiam adaptações com a água em níveis razoáveis.

Nesses lagos, há uma série de igarapés que entre os meses de janeiro a março de cada ano, com as subidas d'águas começam a ser inundados. Os canais têm morfologias sinuosas, as margens são repletas de arroz de pato, erva-daninha e outras, a formação de pasto é igual ao campo de futebol, transformando paisagens simétricas. O pasto de dezenas de quilmetros vira berrio sociobiodiverso de animais, onde inicia-se o bal da reprodução. J outras espécies, veem o pasto como fonte de alimentação.

Sobre as reprodues, logo que a água adentra aos pastos,  comum observar reunião de conjunto de ramas de arroz e uma espuma em forma de bolhas brancas, debaixo das bolhas e das ramas do arroz, há a ova do peixe tamuat (*Hoplosternum littorale*), outro peixe que é comum no pasto é o acari (*Loricariidae*), só que não  possível visualizar o ninho do acari, pois, ficam submersos. Os pescadores têm duas estratégias para a captura do acari, a primeira durante as altas estiagens dos ninhos em formato cilíndrico, com a abertura de 15 a 20 centímetros perfurados no solo argiloso nas encostas dos canais dos lagos.

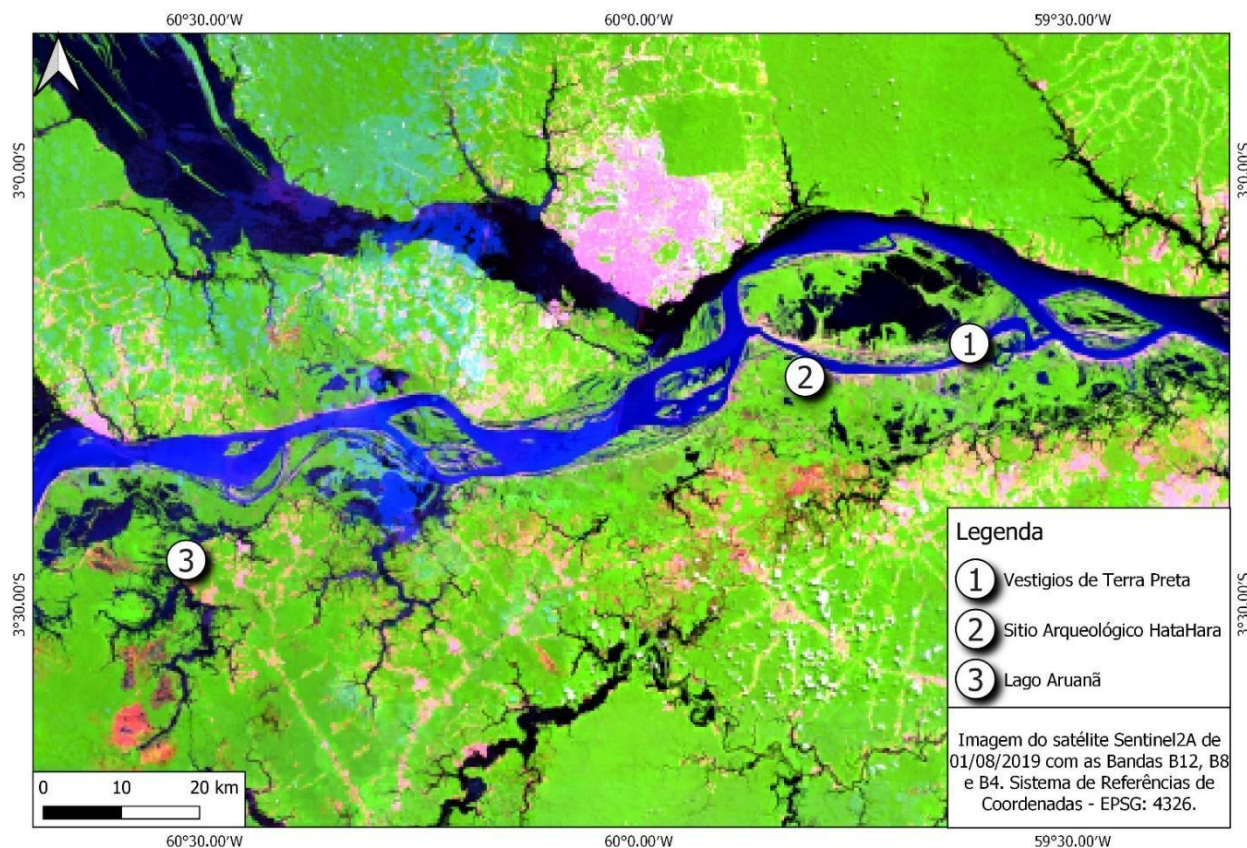


Figura 37. Mapa da área de estudo. 1 Vestígios de Terra Preta na Costa da Terra Nova; 2 Sítio Arqueológico HataHara; 3 Lago Aruanã em Manaquiri.

Então o pescador mapeia mentalmente os locais em que há os ninhos, quando os ninhos se encontram submersos, em média de 50 a 80 centímetros, de profundidade, o pescador, emerge ou mergulha, e com os pés ou a haste do remo, toca ao ninho do acari, percebe se o peixe está ao ninho e retira-o pulsando com a mão, ou somente recolhe as ovas, que são duas pequenas porções em formatos de cilindros de coloração avermelhada clara; a segunda é quando o acari sai do ninho, e caminha no pasto, então o pescador utiliza-se de um arreio denominado de zagaia para realizar a captura. Assim, o primeiro ambiente que forma grandes paisagens, nas quais funciona como um grande útero coletivo em que todos se servem, para a reprodução ou para se alimentar.

A partir dos meses de março e abril, os igarapés desses lagos começam a se fundir, ou seja, à água já afogou a vegetação que fica por baixo da floresta de igapó, transformando-se em refúgios, para aos peixes menores. Nesses ambientes, as diversidades de peixes têm uma ampla demanda de alimentos os peixes que se alimentam de frutos, como a sardinha,

o pacu, pirapitinga, Matrinxã, o tambaqui etc., começam se fortalecer utilizando de abundância de alimentos.

Nas várzeas há plantio de diversidades de espécies de árvores que seus frutos que seguem um calendário, por exemplo, a palmeira Jauary, no final do mês de abril, as amêndoas com formato de pupunhas começam a se desprender, às vezes quando estão maduras, ou quando, o papagaio, o macaco, periquitos, curicas ou urubu que se alimentam dos frutos. E, à medida que os frutos se desprendem e caem n'água. Então, exemplares de Matrinxã, de tambaqui, de pacus, de sardinha se alimentam do fruto de jauary.

A partir dos meses de abril e maio quando a cheia atinge as áreas de restingas, outras espécies de frutos surgem, aqui citarei a fruto do capitari, cujas sementes são desprendidas n'água e os peixes disputam as sementes, são as áreas de restingas que talvez mantenha o equilíbrio de alimentos as diversidades de peixes, pois, quando inicia a descida d'águas, os lagos e os igarapés funcionam como imensas maternidades de uma dezena e centena de peixes nesses ambientes.

Nos meses de agosto a novembro de 1963, vazante foi bem rápida, que nesse ano, até o boto, não conseguiu sair do rio Manaquiri, e adentrar ao rio Amazonas-Solimões, assim, os pescadores da época, com boas experiências narravam que, nunca tinham presenciado que o boto morreu devido o rio Manaquiri ficar no canal de 15 a 30 centímetros de águas, barrenta e quente, assim em 1963, foi um marco em que toneladas de peixes foram mortos pelo aquecimento d'água promovida pela seca intensiva. Mas, na época havia informações que desde os anos 1930 e 1940, era comum nos meses de outubro e novembro ocorrer que os peixes pela ausência de oxigênio morressem.

Os anos de 1964-1970 foram estáveis, as cheias e secas foram medianas, nesses anos que a maioria dos moradores das localidades, estiraram do paraná do Manaquiri, todos os lagos compreendidos a partir do Lago Grande, até próximo ao furo do Castanho, os moradores da margem direito do rio Manaquiri, iniciaram aos cultivos de plantações que são presentes em áreas de terra firmes, como os plantios de cupuaçu, caioé, limão, lima, laranja etc. Então esse período estável foi importante para que os lugares, dos lagos supracitados fossem realizadas edificações para os familiares residirem, como em décadas anteriores, os lagos eram povoados.

Porém, em 1976 uma nova cheia fora do normal, afogou literalmente as edificações, fazendo que as famílias as deixassem e voltasse a residir nas áreas de terra firmes. Assim 1977-1997 as cheias e secas são instáveis todos os anos as várzeas são submersas, as secas são longas, pois, às vezes à “água nova”, só começa a subir partir do mês de dezembro, quando chega aos meses de janeiro ou fevereiro, volta a secar, às vezes fica bem seco, é nesse período que até água potável, fica escassa, pois, nos meses de dezembro e janeiro, com a subida d'águas, as cacimbas, que são fontes d'águas que ficam nas praias que servem ou abastecem às famílias, são submersas, quando volta a secar, as cacimbas, são preenchidas de lama, tornando água imprópria ao consumo humano, assim a alternativa é esperar a chuva para coletar a água para beber. Os poucos peixes que sobreviveram, não podem ser ingeridos, pois, ficam com cheiros de lama.

Entre os anos de 1998-2020, as cheias e secas ficam descontroladas provocando irregularidades aos sistemas de cultivos, pois, as fortes chuvas no período da seca destroem os cultivos, acarretando dificuldades às famílias, o peixe é tido como dieta básica, mas ficou estorricado ao sol, e às famílias que tem em sua memória cheiro do peixe assado, desta vez ficaram somente com o mau cheiro de podridão. Os anos de 2000 a 2020 foram os mais difíceis, pois, milhões de peixes foram mortos, como se apresenta, através dos registros fotográficos.

Registros Fotográficos



Figura 38. Seca de 2005, em Manaquiri, ocasionou à morte de toneladas de peixes acarretado pelo aquecimento d'água.

Fonte: Foto - Carlos Augusto da Silva, out. 2005.



Figura 39. Milhares de acari, arraia, tucunaré, branquinha, surubim, aracus, cuiú-cuiú, aruanã etc.

Foto. Carlos Augusto da Silva, out. 2005.



Figura 40. Prejuízo incalculável a perda de alimentos em Manaquiri.

Fonte: Foto – Carlos Augusto da Silva, nov. 2009.



Figura 41. A ausência de oxigênio e a água aquecida diminuem as populações de peixes em Manaquiri.

Fonte: Foto – Carlos Augusto da Silva, out. 2010.



Figura 42. O Paraná de acesso ao rio Manaquiri com 10cm d'água.

Fonte: Foto – Carlos Augusto da Silva, out. 2020.

As imagens são documentos inegáveis que o fenômeno de mortandades de peixes em Manaquiri tem longo percurso, no entanto, a partir do século XXI a cada ano as mortes têm se agravado mais. Tanto que em 2020, na Figura 42 o acesso ao rio Manaquiri, no dia 10 de outubro apresentava apenas 10 centímetros d'água, nos meses de novembro e dezembro do mesmo ano, o incurso secou literalmente. Um caso tão crítico, que os moradores, se deslocavam em bicicletas para ter acesso a alimentos e águas.

O acesso ao rio Manaquiri, estava sendo realizado pelo furo do Barroso. O paraná de Manaquiri, os lagos, os igarapés com pouca água, a ausência de peixes, talvez seja acarretado pelas sequências de mortandades de peixes em décadas anteriores. Diga-se de passagem, que na Amazônia Central há três eventos de mortes de peixes, a primeira nos meses de junho e julho do evento denominado de “friagem”, à água fica aquecida diminuem oxigênio e alguns peixes, como a pescada, o tucunaré, a aracu, etc., morrem; o segundo nas altas estiagens como demonstradas nas figuras supracitados e por fim, a terceira nos meses de fevereiro e março, quando ocorrem o repique, ou seja, o rio volta a secar, à água dos lagos, devido grande quantidade de material orgânico como exemplo, o arroz de pato, fica deteriorado e assim a água fica com baixo nível de oxigênio, causando a morte de muitos

peixes. No entanto, a última vez que houve uma mortandade de peixe proveniente do evento da friagem foi em 1986, o evento foi de cinco dias intensivos, depois desta data, o fenômeno é de cerca de dois dias. Na sequência dessa descrição um pequeno roteiro de como os moradores de Manaquiri, no período de mortandades de peixes equacionavam a utilização dos peixes.

Tabela 26. Área de berçários de peixes em Manaquiri - AM.

Nº	Coordenadas geográficas*		Locais de pesca e a reprodução de peixes nos lagos
01	03°26'54.6"	60°31'17.2"	Próximo à localidade sobradinho, a margem direita do rio Manaquiri (Lago) Aruanã.
02	03°26'35.8"	60°31'09.0"	São Francisco Porto do Centro Social da comunidade Cai n'Água (Lago) chiboreninha.
03	03°28'20.3"	60°31'28.0"	Área do (Lago) munguba, acesso pelo Lago do Mirauá.
04	03°29'38.5"	60°35'43.8"	Igarapé do Cururu Comunidade "Caminhando com Cristo".
05	03°27'41.4"	60°31'24,3"	Próximo à entrada do igarapé Cai n'Água Santo Antônio

Fonte: Dados obtidos durante as etapas de campo em agosto, setembro e outubro de 2010.

* SIRGAS 2000.

Tabela 27. A área de pesca no período de cheia do rio Manaquiri.

Nº	Coordenadas geográficas*		Locais de pesca e a reprodução de peixes nos lagos
01	03°30'19.00"	60°33'05.9"	Acesso ao Lago Cururu - Área de várzea, uso comum em pescaria.
02	03°26'44,5"	60°31'44.7"	
03	03°26'03.2"	60°31'56,7"	Acesso ao Lago Cãoera - Área de várzea, uso comum em pescaria.
04	03°27'24.7"	60°31'45.8"	Boca do Lago Caiôê - Área de várzea, uso comum em pescaria.
05	03°26'33.4"	60°31'44.0"	Boca do Lago – Tataputauá área de várzea, uso comum em pescaria.

Fonte: Dados obtidos durante as etapas de setembro e outubro de 2010.

* SIRGAS 2000.

Ajuri para transformar os peixes mortos em farinha de peixe “Piracuí”

Em Manaquiri, havia práticas de atividades coletivas denominadas “ajuri”, práticas costumeiras das famílias, talvez provenientes de práticas ancestrais. Atividades essas, estruturadas em modelos alicerçados nas famílias, geralmente lideradas pelos gêneros masculinos e femininos, com dinâmicas de trabalhos destinadas exclusivamente à família, ou também destinadas às famílias adjacentes, ou seja, trabalhos em redes, com total ausência de remuneração. Nesse sentido, será descrita sumariamente cada uma delas.

A primeira, quando determinada família iria realizar atividades de plantio do roçado novo, que geralmente, ficava distante da margem do rio, esse roçado tinha o nome de “roçado do centro”, o ambiente do roçado distante do seio familiar, isto é, em área de floresta madura ou cultural, em que os cultivos obedeciam aos plantios consorciados, ou seja, de múltiplas espécies de plantas. Eram esses ambientes planejados para novos cultivos.

Na etapa do planejamento, as tarefas eram de exclusividade da família, como: a escolha da área para o novo roçado, a confecção de acampamento para acondicionar às mudas ou as hastes de manivas e toda a logística para alocar as sementes. Ao findar essas etapas, convites eram direcionados às famílias adjacentes para o início do ajuri, com o intuito de supressão da floresta cultural, em que era aberta para introdução de novos plantios essa atividade não era envolvida o gênero feminino das famílias adjacentes, só era convocado o masculino, já à família proponente da roça era integral.

Por outro lado, quando era para as atividades de plantios, por exemplo, de semear os fragmentos de manivas (*Manihot esculenta*) no roçado novo, todas as famílias eram convocadas a trabalhar e era esse o momento de colocar em ordem as conversas entre as famílias. A etapa seguinte, ocorria quando nas grandes secas do rio havia planejamento previamente estruturado, às famílias detinham instrumentos necessários para realizar atividades de pesca se preciso, em caso de ocorrência de mortandade de peixes como consequência da seca do rio. Havia esforço coletivo para as despescas dos peixes, para ser transformado em farinha ou piracuí.

Era no preparo do piracuí, que as habilidades e competências, ficavam a prova. Considerando que a pedagogia do tempo ecológico era desafiado, pois os pescadores tinham de recolher todos os peixes sem chances de sobrevivência. Eram colocados em paneiros e

transportados, para que pudessem recorrer aos mais velhos (o vovô e a vovó). A consulta era uma espécie de apoio científico, dos sábios mais experientes, para assar os peixes por categoria, ou seja, o sarapó havia um moquém específico; o mapará idem, assim cada categoria tinha seu moquém, após as toneladas de peixes assados, eram descarnados e levados pelas famílias ao forno de barro para o processo de torrefação.

Tudo isto, próximo ao lago ou ao rio Manaquiri. Após, a torrefação, o piracuí era armazenado em paneiros protegidos por folhas de sororoca ou mariri conforme exibida na Figura 44. Essa atividade de despesca era necessária, pois, após o fim da mortandade de peixes no final do mês de novembro, as famílias tinham estoques de alimentos saudáveis e orgânicos para manter todo o período em que, a pesca exigia longas horas ou dias, ou seja, com as várzeas alagadas, ficava difícil a captura de peixes.

Então essa atividade era uma forma de retardar as famílias, mas durante os meses de janeiro a abril de cada ano, os peixes mantinham a reprodução efetivamente equilibrada, as famílias dessa forma, respeitavam o código de reprodução natural. As Figuras 43 e 44 representam a identidade das famílias amazonenses, que a modernidade urbanística vem gradativamente desfigurando seu perfil comum.



Figura 43. Peixes moqueados ou em conserva, modelos fadados à extinção

Fonte: Foto - Carlos Augusto da Silva, mar. 2020.



Figura 44. Farinha acondicionada em paneiros, modelos fadados à extinção.

Fonte: Foto - Carlos Augusto da Silva, jul. 2011.

Considerações Finais

O texto narrativo elaborado para contribuir na auditoria ambiental do Tribunal de Contas do Estado do Amazonas, teve a premissa de relatar que o peixe na Amazônia Central, foi e ainda é um dos importantes alimentos inseridos não somente nas questões nutricionais, mas também no contexto geográfico e reprodução sociocultural do Amazonas.

Nesse sentido, os dados dos achados arqueológicos, indicam que as alimentações das populações humanas eram efetivamente à base de peixes. E os achados comprovam que havia todo um planejamento de usos dos recursos. As práticas das famílias em Manaquiri até meados dos de 1960, tinham toda uma formalidade em relação aos peixes mortos. Então, é uma possível indicação de que as famílias com apoio integral do estado do Amazonas, com os aparatos científicos das universidades contribuem efetivamente para transformar os peixes mortos em qualquer ambiente do estado, por eventos naturais, em alimentos orgânicos e proteicos à vida humana no Amazonas.

Referências

- ACUNÃ, C. S [1597-1675]. **Novo descobrimento do grande rio das Amazonas**. Tradução de Helena Ferreira; revisão de Moacyr Werneck de Castro; revisão de José Tedin Pinto. Rio de Janeiro: Agir, 1994.
- CARVAJAL, G. **Relación del nuevo descubrimiento del famoso Río Grande que descubrió por muy gran ventura el Capitán Francisco de Orellana**. Transcrição de Oviedo y Medina, por Raúl Reyes y Reyes. Quito: Biblioteca Amazonas, v. I, 1941 [1542].
- DANIEL, João (1722-1776). **Tesouro Descoberto no Máximo Rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. 2 v.
- FONSECA, Osorio J.M. **Pensando a Amazônia**. Manaus: Editora Valer, 2011.
- PRESTES-CARNEIRO, Gabriela et.al. **Subsistence fishery at Hatahara (750–1230 CE), a pre-Columbian central Amazonian village**, 2015. Disponível em: <http://ees.elsevier.com/jasrep>>. Acesso em: 3 dez. 2020.
- MORAES, Claide de Paula. **Amazônia ano 1000: Territorialidade, interação e conflito no tempo das chefias regionais**. 2013. Tese (Doutorado) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- MOREIRA, Valdenir Fábio de Moraes. **A práxis ambiental na escola rural Professora Francisca Góes dos Santos, Careiro da Várzea, Amazonas, Brasil**. 2017. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) PPGCASA-Ufam.
- NEVES, E.G. **Sob os Tempos do Equinócio: Oito Mil Anos de História na Amazônia Central (6.500 BC–1500 DC)** Tese de Livre-docência do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SAMPAIO, F.X. R de. **Diário da viagem que em visita, e correição das povoações da capitania de S. Jose do Rio Negro fez o ouvidor e intendente geral da mesma Francisco Xavier Ribeiro de Sampaio no anno de 1774 e 1775;[...]**. Lisboa. Typografia da Academia.1825.
- NEVES, E.G., PETERSEN, J.B. **Political economy and pre-Columbian landscape transformations in Central Amazonia**. In: Balée,W., Erickson, C.L. (Eds.), *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands*, 2006.
- NEVES, E.G. **Arqueologia da Amazônia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, Ed., 2006.
- NEVES, E.G., PETERSEN, J.B., Bartone, R.N., Heckenberger, M.J.. **The timing of Terra Preta formation in the Central Amazon: Archaeological data from three sites**. In: Glaser, B., Woods,

W.I. (Eds.), *Amazonian Dark Earths: Explorations in Space and Time*. Springer Verlag, Berlin, 2004.

NEVES, E.G. **El Formativo que nunca terminó: la larga história de la estabilidad en las ocupaciones humanas de la Amazonía Central**. Bol. Arq. PUCP, 2003.

NEVES, E.G. **Duas Interpretações para Explicar a Ocupação da Pré-história na Amazônia. In: Pré-história da Terra Brasilis**. (Org.). TENÓRIO, Maria Cristina. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999.

PORRO, Antonio. **O povo das águas: ensaios de etno-história amazônica**. Edua, Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2016.

Brasileira para pesquisas e cadastro de sítios arqueológicos. Belém: Publicações avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi, n.o 30, 160 pp., 1978.

SIMÕES, Mario. **Índice das fases arqueológicas brasileiras 1950 – 1971**. Belém: Publicações avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi, n.o 18, 1972.

SIMÕES, Mário Ferreira. **Contribuição à arqueologia dos arredores do Baixo Rio Negro, Amazonas**. Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi, n. 26. P.165-188, 1974.

SIMÕES, M. F. e MACHADO. **Pesquisas arqueológicas no lago de Silves (Amazonas)**. Revista de Arqueologia, Belém 4(1): 49-82. 1987.

STENRBERG, Hiigard O'Reily. **A Água e o homem na Várzea do Careiro**. 2ª Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

TUAN, YiFu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 2012.

WATLING, Jennifer *et al.* **Phytoliths from native plants and surface soils from the Upper Madeira river, SW Amazonia, and their potential for paleoecological reconstruction 2020**. Disponível em: journal homepage: <www.elsevier.com/locate/quaint>. Acesso em: dez. 2020.

Capítulo IX



IX. Percepção da Comunidade Local sobre os Efeitos da Mortandade de Peixes no Lago do Rei

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Therezinha de Jesus Pinto FRAXE

Monica Suani Barbosa da COSTA

Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO

Jaisson Miyosi OKA

Carlos Augusto da SILVA

Cloves Farias PEREIRA

Nathaly Pinheiro RABELO

Márcia Cristina Rodrigues SILVA

Contextualização

A Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro-Lago do Rei”, está localizada no município do Careiro da Várzea no estado do Amazonas. O município situa-se à margem direita da confluência dos rios Solimões e Negro, à aproximadamente 25 km em linha reta do centro de Manaus, capital do Estado do Amazonas. No Município o maior percentual de habitantes são crianças, jovens e adultos de até 50 anos, com destaque para a faixa etária até 25 anos, tanto para homens quanto para as mulheres (Figura 45).

A sede do município está localizada na ilha do Careiro, no entanto, mais de 90% da população do município reside na zona rural (IBGE 2010). O deslocamento dos moradores da zona rural do município, da maioria das comunidades, acontece somente através das águas dos rios e lagos, principalmente no período de cheia na região.

Presentes na vida dos ribeirinhos, as águas, também possuem importância na alimentação e na renda da população por meio da pesca. As alterações neste ambiente, mesmo que de forma natural, podem impactar significativamente a vida dessas pessoas.

Tais impactos podem ser diretos ou indiretos, seja na alimentação, saúde, educação ou qualquer outro aspecto da qualidade de vida dos moradores.

Desta forma, entender quais impactos e de que forma os mesmos implicam na vida dos moradores locais, é de fundamental importância para se traçar medidas que minimizem tais problemas.

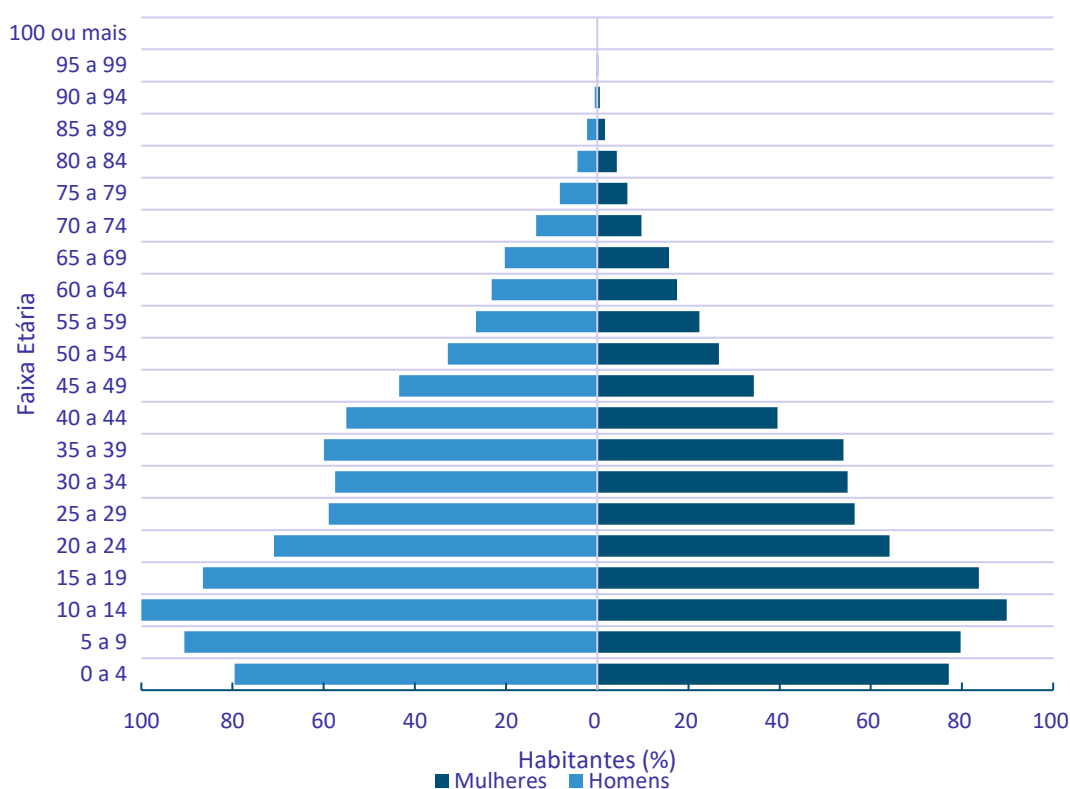


Figura 45. Pirâmide etária dos habitantes do município do Careiro da Várzea/AM.

Fonte: IBGE 2010.

Metodologia

O estudo foi realizado em duas comunidades do entorno do Lago do Rei, 12 (doze) famílias foram entrevistadas através da aplicação de formulário contendo perguntas estruturadas e semiestruturadas e gravação das entrevistas dialogadas.

Dados secundários foram coletados junto à Secretaria de Educação e Secretaria de Pesca. Os dados coletados foram analisados pela equipe de pesquisadores do Laboratório

de Análises Socioambientais da Universidade Federal do Amazonas, de forma descritiva e interpretativa. Os dados quantitativos foram dispostos graficamente e suas informações foram interpretadas de forma textual nos resultados.

Distribuição etária da população

A área onde localiza-se a APA é alagada anualmente, tendo no seu período de seca a formação de 62 lagos, com destaque para o Lago do Rei, que é o principal lago da região, a importância desses lagos para a sobrevivência de seus moradores em 22 comunidades é primordial.

A idade dos entrevistados variou entre 26 e 72 anos, os quais exercem atividade pesqueira há mais de 50 anos. Dos moradores entrevistados no Lago do Rei, 64% afirmaram ter nascimento na mesma comunidade, Cristo Rei, na qual residem atualmente e, 36% afirmaram não ter nascido na mesma comunidade. Daqueles moradores que não nasceram na própria comunidade, a maioria nasceu em comunidades que estão localizadas respectivamente nos municípios de Manaus (18%) e Careiro da Várzea (18%) (Figura 46).

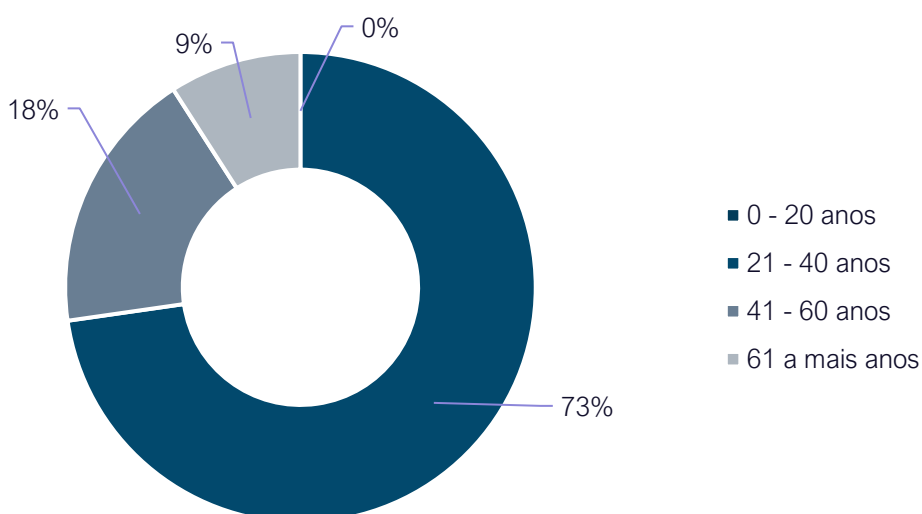


Figura 46. Tempo de moradia no local dos comunitários entrevistados na APA do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM.

As famílias que vivem no Lago do Rei são formadas, predominantemente, por moradores antigos, que vivem no lugar há aproximadamente 30 a 50 anos. Permanecem nessa área, devido seus pais e avós já residirem a tempos na Comunidade, conhecendo a realidade local dos fenômenos naturais e antrópicos que impactam a natureza.

Fonte de renda dos moradores do entorno do Lago do Rei

Um dos fatores importantes no meio comunitário, é entender como se constitui a fonte de renda, é através dela que se pode proporcionar alguma qualidade de vida no âmbito comunitário. Nas comunidades do entorno do Lago do Rei, a pesca se torna a principal fonte de renda das pessoas que ali residem. Para Gato Guimarães (2019) o Lago do Rei é a fonte e sustento para muitas famílias devido ao seu grande potencial pesqueiro.

Partindo dessa premissa, foi realizado uma pesquisa de opinião sobre alguns dos principais fatores socioeconômicos que envolve a área estudada, dentre esses fatores encontram-se as principais fontes de renda. A Figura 74 apresenta um panorama geral de como está constituída a fonte de renda dos moradores do entorno do Lago do Rei, dentre os que participaram da pesquisa de opinião.

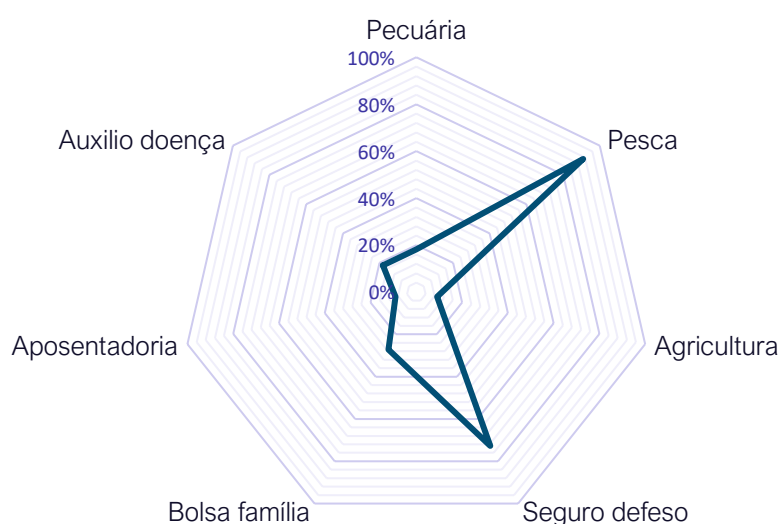


Figura 47. Principais fontes de renda dos moradores do entorno do Lago do Rei.

Fonte: Pesquisa de opinião, 2020.

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que 90% dos participantes da pesquisa afirmam que a pesca está entre as principais fontes de renda. Resultado semelhante encontramos no estudo realizado no Lago do Rei por Gato Guimarães (2019) onde aponta 83,6% dos entrevistados têm a pesca como principal fonte de sustento e renda. Tendo em vista, que outras fontes de renda provenientes da pesca também compõe o recurso financeiro familiar dos moradores, a exemplo disso, é o seguro defeso, que é um programa que consiste em uma expansão do seguro-desemprego, dedicado a um trabalhador específico: o pescador com perfil artesanal (CAMPOS E CHAVES, 2014). Além de auxiliar o pescador, o seguro defeso atua diretamente na preservação de várias espécies do ecossistema brasileiro.

Para Campos e Chaves (2014) o seguro defeso atua em dois campos, o social e o ambiental. O primeiro é assegurar amparo ao pescador artesanal, sob a forma de transferência monetária, durante o período de defeso, quando ele não pode retirar sua subsistência dos rios ou dos lagos. O segundo objetivo, relacionado a este, é ajudar na preservação de várias espécies de peixes, cuja reprodução ocorre justamente durante o período de defeso.

Nascimento (2017) destaca que as principais atividades econômicas realizadas pelos moradores do entorno do Lago do Rei, são a pesca, agricultura, extrativismo, criação de animais de pequeno e grande porte, com destaque para a bovinocultura de leite. É tipicamente um lugar de pescadores e por ser uma área de cotas muito baixas, é difícil a prática da agricultura, porém, ainda existem moradores que desenvolvem práticas agropecuárias.

Os resultados também nos revelam que a pecuária vem ganhando grande força nesse cenário, podendo ser um dos principais causadores de impactos ambientais na região, proporcionando o desmatamento e consequentemente o assoreamento dos rios. Cabe destacar, que a pecuária tem se tornado uma fonte de renda bem atraente para os moradores, por outro lado, exige um certo aporte financeiro, contudo, não deixa de ser uma fonte de renda.

Os benefícios sociais surgem como grandes fomentadores na renda dos entrevistados, em especial o Bolsa Família, que é um programa de transferência de renda, cuja finalidade é auxiliar famílias que se encontram em situação de vulnerabilidade social.

Em comunidades rurais no estado do Amazonas, o Bolsa Família detém uma força gigantesca, em muitos lugares se torna a principal fonte de renda, no entanto, na pesquisa realizada aparece como um complemento na renda dos entrevistados.

Outros benefícios como auxílio-doença e aposentadoria, aparecem de forma tímida no panorama da composição da renda dos entrevistados, porém, não deixa de ser uma complementação de renda, contribuindo de forma direta para construção da qualidade de vida dos entrevistados.

Educação e a relação com a região do Lago do Rei

A relação da educação por meio das escolas municipais com o Lago do Rei, pode ser descrita como uma interação indireta, considerando que 16,6% das escolas municipais estão situadas na Ilha do Careiro (Figura 48), o que corresponde a 23,8% dos estudantes da rede municipal de ensino que se deslocam até essas escolas, e permanecendo nas instituições de ensino por no mínimo quatro horas diária e 20 horas semanais, onde recebem alimentação por meio do cardápio aprovado pelo poder público municipal.

No município do Careiro da Várzea a maior parte dos estudantes precisa fazer o percurso até as escolas de barco, seja oferecido pelo poder público, ou de uso familiar. Este percurso é menor quando se frequenta escolas de ensino fundamental quando comparado com escolas que oferecem o Ensino Médio.

Na Ilha do Careiro, de acordo com a distribuição espacial das Escolas Municipais, estima-se que a área de inclusão e influência das escolas seja de aproximadamente cinco quilômetros (Figura 49), baseado em uma distância média entre as escolas, de forma que a maior parte das propriedades rurais tenha a facilidade de percurso dos estudantes de Ensino Fundamental até a escola mais próxima.

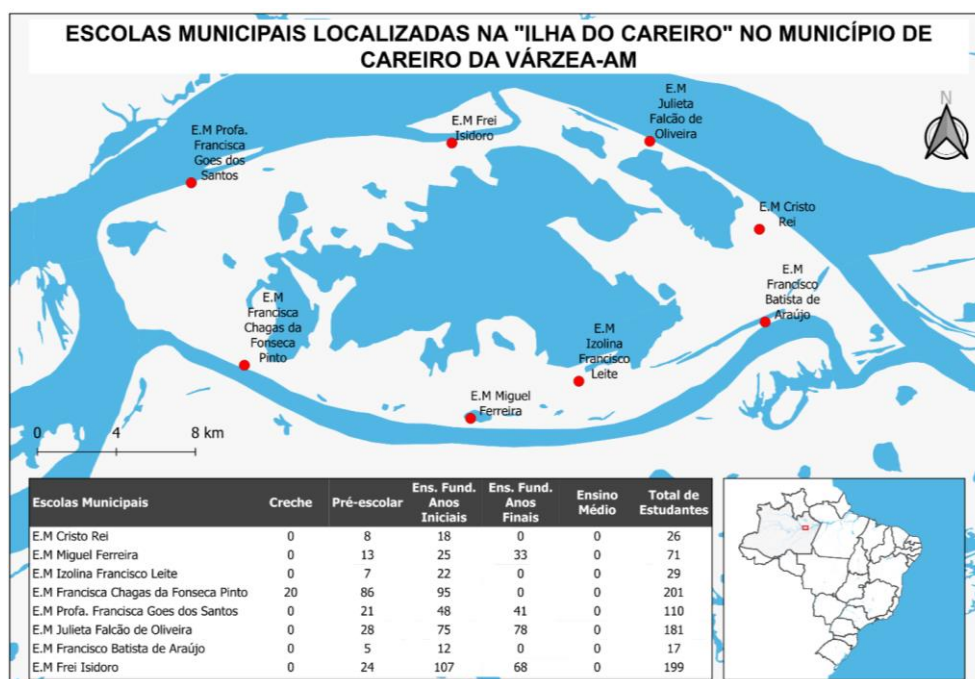


Figura 48. Localização e número de estudantes das Escolas Municipais da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas.

FONTE: Secretaria Municipal de Educação do Careiro da Várzea-AM, 2020.

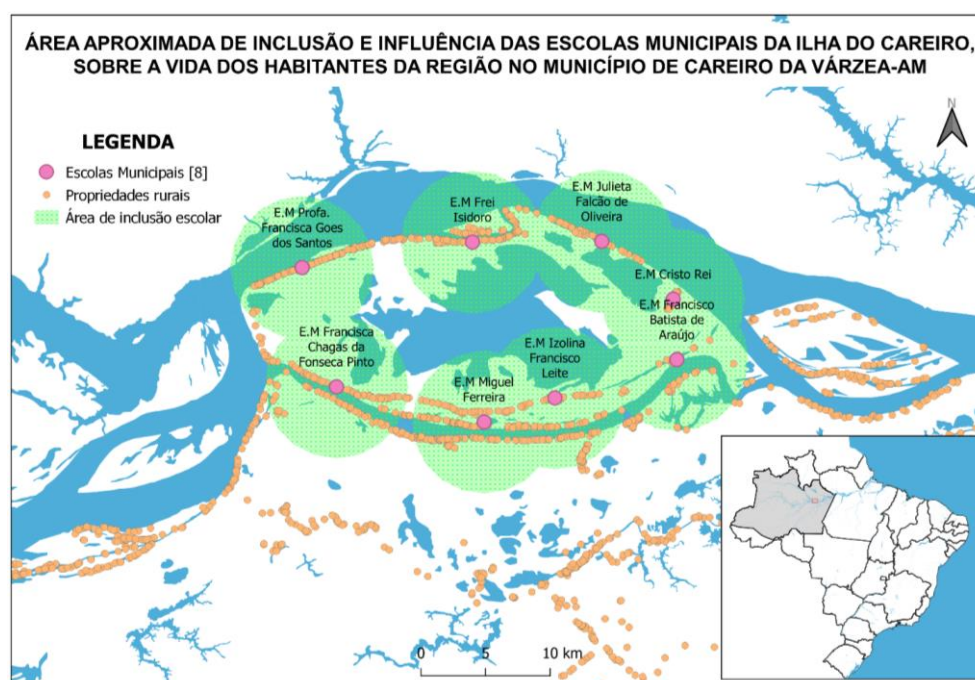


Figura 49. Localização e número de estudantes das Escolas Municipais da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas.

FONTE: Secretaria Municipal de Educação do Careiro da Várzea-AM / IBGE, 2020.

O Lago do Rei se configura o principal local para pesca como fonte de renda e alimento para muitas das famílias dos estudantes de Ilha do Careiro. No período inicial do DEFESO da pesca local, muitos moradores relatam a falta de alimentação devido a proibição da pesca e do atraso no repasse do Seguro Defeso para os pescadores e moradores locais, de forma que muitas vezes a única alimentação que os estudantes dispõem durante o dia é a fornecida pela escola, através da Merenda Escolar.

Saúde dos moradores

É indiscutível o avanço do setor saúde no Brasil desde o advento do Sistema Único de Saúde (SUS), principalmente no que se refere à amplificação da cobertura da atenção básica de saúde. No entanto, se tratando do contexto em estudo, as políticas públicas de saúde dos últimos anos ainda se apresentam limitadas, uma vez que as deficiências são distribuídas principalmente na malha hidrográfica do interior, que continua a sofrer fortes restrições no acesso e na utilização de serviços de saúde, afetando principalmente o homem da área rural (GAMA ASM, *et al.*, 2018).

No Lago do Rei, especificamente na Comunidade Cristo Rei, assim como a maioria das áreas rurais no estado do Amazonas, o sistema de saúde pública não atende à necessidade da população local. Os problemas mais comuns relacionados à área de saúde, relatados nos formulários socioeconômicos, são: falta de agente comunitário de saúde, posto de saúde, equipamentos e medicamentos, dificuldade em acessar os programas municipais de saúde devido à distância, falta de transporte para doentes residentes do Lago; dificuldade em realizar exames e internações; falta de capacitação dos moradores como agentes de saúde, ausência de medicina preventiva, ineficiência das políticas públicas.

Os serviços de saúde prestados aos moradores da APA são oferecidos nos postos de saúde, pelos agentes de saúde na sede município do Careiro da Várzea. A assistência à saúde dos moradores do Lago do Rei é precária, pois não recebem visitas ou atendimentos regulares de profissionais desta área, como: dentistas, médicos e enfermeiros.

Na concepção dos moradores do Lago, o bom serviço de atendimento à saúde na área em que estes residem é uma das condições para promover a melhoria na qualidade de

vida. A longa distância, meio de transporte via fluvial e dificuldades referentes a sazonalidade dos rios agrava o acesso destes aos Sistema Único de Saúde. Portanto, viabilizar o atendimento com mais frequência dentro da APA é um anseio de todos aqueles que habitam.

Apesar de não haver comunidades na parte interna da ilha, mais próxima ao lago, em entrevista, moradores relatam que utilizam o lago para além da pesca, mas como caminho para se chegar a outras localidades mais rápido. Na seca, há a presença de uma grande quantidade de jacarés, que de acordo com relatos dos moradores, muitas vezes são quase imperceptíveis em meio à lama, além de frequentemente serem encontrados em distância significativa do lago no período da seca, pelos caminhos que conectam as comunidades e que muitos estudantes utilizam para chegar às escolas. Durante o estudo de campo, muitos moradores relataram ataques frequentes e até mesmo mortes causadas pelos jacarés, havendo relatos de canibalismo entre a espécie.

Mudanças ambientais e efeito da mortandade de peixes percebidos pela comunidade local

Mudanças ambientais percebidas

No contexto amazônico, especificamente no ecossistema de várzea, as mudanças são algo que já fazem parte do cotidiano do varzeano, subida e descida dos rios, adaptação das moradias, formas de plantio, mudanças no calendário escolar, dentre outras situações que é vivenciada todos os anos pelos moradores da várzea amazônica. No caso em que estamos estudando é uma especificidade dentro universo varzeano, é as mudanças ocorridas no âmbito do Lago do Rei, mortandade em massa de peixes de várias espécies em uma determinada época do ano.

Na pesquisa de opinião realizada com os moradores do entorno do Lago do Rei, foi perguntado a respeito das percepções da população referentes as mudanças ambientais percebidas, e como esse processo é visualizado ou entendido por quem utiliza de forma direta o Lago do Rei. Um dos questionamentos foi acerca da percepção da diminuição do

tamanho do Lago no período da seca, se no decorrer dos anos houve ou não uma diminuição, no gráfico abaixo retrata o universo das respostas.

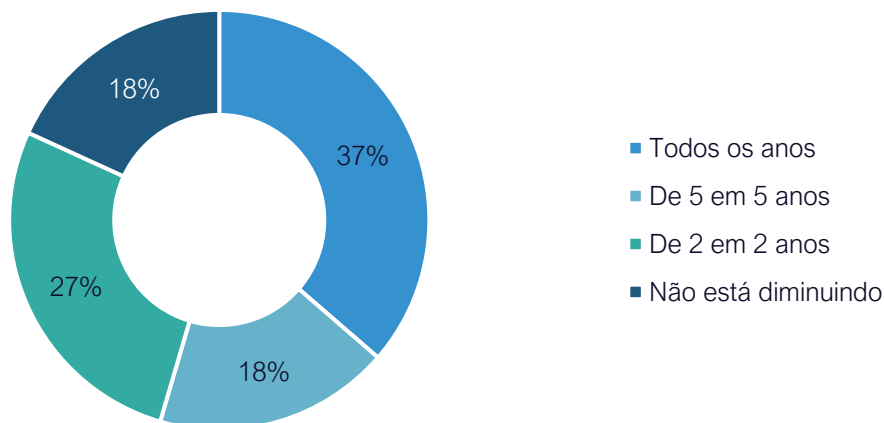


Figura 50. Percepção da população local quanto a redução da dimensão do Lago do Rei como efeito das grandes cheias, em Careiro da Várzea-AM.

Fonte: Pesquisa de opinião, 2020.

Diante do exposto, é possível identificar que a percepção da população do entorno do Lago do rei, 37% dos entrevistados afirmam que a diminuição vem ocorrendo todos os anos, 27% afirmam que somente de dois em dois anos, 18% apontam que somente de cinco em cinco anos ocorre essa diminuição, e os 18% restante declaram que não existe diminuição nenhuma no Lago. Essas afirmações demonstram que é perceptível as mudanças ambientais ocorridas, que de fato a dinâmica dos rios enchente-cheia-vazante-seca, além dos eventos extremos ocorridos (cheia e seca além do normal).

Cruz e Azevedo Filho (2017, p. 10) afirma que “a paisagem ribeirinha vem sofrendo grandes mudanças geomorfológicas nas margens dos rios provocadas pelas dinâmicas das terras caídas”. São os chamados rios de água branca onde acontecem as erosões laterais dos rios, processos denominados pelos ribeirinhos de terras caídas, essas erosões dos rios modificam a paisagem amazônica, na atual planície de inundação, região conhecida como área de várzea onde os rios carregam e depositam uma grande quantidade de sedimentos ao longo de seu curso.

Cientificamente, umas das justificativas mais coerentes para explicar essa mudança ou diminuição do tamanho do lago, é a grande quantidade de sedimentos acumulado ao longo do lago. Além disso, foi perguntado se esse processo ocorre sempre depois de uma grande cheia. A Tabela 28 apresenta a frequência relativa das respostas dos entrevistados.

Tabela 28. Percepção dos moradores do entorno do Lago do Rei quanto a relação com as cheias extremas do Rio.

Variável	Frequência Relativa (Fr)
Sim, tem relação com a cheia	64%
Não tem relação com a cheia	36%
Total	100%

Fonte: Pesquisa de opinião, 2020

De todos entrevistados, 64% acreditam que a cheia tem uma relação direta com essas mudanças ocorridas no Lago do Rei no decorrer dos anos, tendo em vista, que a carga de sedimentos que é gerado durante a enchente e cheia contribui para estreitamento do lago, além da ação do homem através da pecuária, que causa um impacto direto no solo e no desmatamento.

Cruz e Azevedo Filho (2017) descreve que fator de grande importância nos rios da Amazônia central diz respeito aos pulsos de inundação, isto é, às grandes variações do nível das águas, entre 8 a 15 m entre os períodos de seca e cheia. É relevante salientar que a Amazônia possui uma dinâmica diferenciada nos seus rios, vivenciamos quatro fases distintas nas águas.

Enchente: fase mais duradoura, entre dezembro e abril, quando a maioria das espécies forma cardumes e empreendem migrações para desovar na boca de igarapés ou nas margens dos rios. Cheia: fase de duração curta, entre maio e junho. É nela que os peixes desovados e os jovens recrutas, em fase de crescimento, se alimentam intensamente. Vazante: fase intermediária de duração, entre julho e setembro. Corresponde ao período em que os peixes se agrupam para abandonar as áreas da floresta que começam a secar, iniciando a saída pelas ligações do lago com o rio. Seca: fase curta, entre outubro e novembro. É nessa ocasião que os peixes se tornam mais concentrados, por causa do

menor volume de água. Essa época é crítica para a maioria deles, tanto por causa da maior vulnerabilidade à predação, como pela depleção de oxigênio nos corpos d'água mais rasos e sob forte influência de material em decomposição. (CRUZ e AZEVEDO FILHO, 2017).

Nesse amplo contexto, é possível compreender as fases das águas amazônicas, e entender as respostas empíricas e correlacionar com a teoria, construindo assim um conhecimento sólido, porém, aberto para novas contribuições. Contudo, essas são as primeiras impressões a respeito das mudanças ambientais percebidas pelos entrevistados, sendo que esse cenário é uma visão primária e que pode ser aprofundada com estudos mais completos, salientando que estamos em momento peculiar, momento de pandemia e que as restrições nos permitiram realizar o trabalho nessas condições.

Locais, frequência e possíveis causas da morte dos peixes na região do Lago do Rei

Os moradores locais relataram que a mortandade de peixes acontece predominantemente no lago (90% das afirmativas), também em menor grau no rio (Figura 51a). Estes eventos acontecem a mais de 50 anos de acordo com os moradores mais antigos entrevistados. No entanto, percebe-se que este evento tem se tornado mais frequente nos últimos 10 anos, sendo relatado pela maior parte dos entrevistados que este evento tem acontecido todos os anos nos últimos 10 anos (Figura 51b).

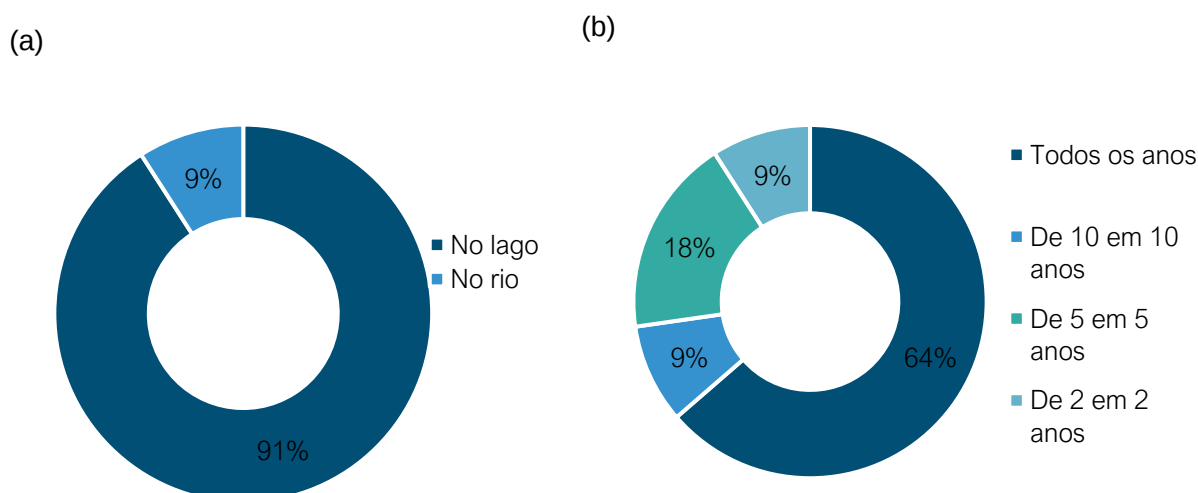


Figura 51. Locais de ocorrência (a) e frequência de mortandade de peixes (b) na região do Lago do Rei em Careiro da Várzea-AM, de acordo com a percepção dos moradores locais.

FONTE: Pesquisa de opinião, 2020.

Segundo a percepção dos entrevistados, as causas prováveis da mortandade de peixes estão relacionadas a três fatores principais que são a pequena quantidade de água, aliada a temperatura alta e falta de oxigênio para os peixes.

Segundo relato dos entrevistados, o que tem causado a mortandade com maior frequência são fatores naturais e antrópicos (Figura 52), dos quais se pode destacar:

1. Processo de seca do lago – uma das impressões de mudança da paisagem relatada pelos entrevistados é a diminuição do lago, tanto em espaço como em profundidade. A possível causa é a deposição de sedimentos do Rio Solimões que adentra a margem Sul do Lago do Rei, e muitos lagos já foram aterrados e praticamente sumiram de acordo com relato do Secretário de Pesca do Município Aldo Procópio (entrevistado no dia 09 de dezembro de 2020), como o Lago do Arroz, Lago do Felipe, Lago Joanico entre outros.
2. Abertura de áreas para pastagem – Os pescadores durante a entrevista, relataram que antes tinham muitas árvores no entorno do lago, mas que agora não tem mais. As árvores foram sumindo e as pastagens chegando cada vez mais perto da margem do lago. Onde o gado pisoteia não nasce mais vegetação alta, crescendo somente o que chama de “arrozal”, que é uma vegetação rasteira composta principalmente por gramíneas. Na enchente e sem as árvores a água do Rio Solimões adentra com maior facilidade na região dos lagos potencializando o processo de aterramento, de acordo com Secretário de Pesca do Município, Aldo Procópio.
3. Temperatura da água e falta de oxigênio – Na visita de campo realizada no dia 11 de dezembro de 2020, foi constatado que o lago se encontrava com a profundidade de aproximadamente 80 cm. Em tais condições, a temperatura pode variar rapidamente em todo o perfil d'água, como em dias ensolarados a temperatura da água pode aumentar, fazendo com que se acelere a perda de oxigênio da água e/ou aumentado o consumo de oxigênio por microrganismos aquáticos, reduzindo desta forma a disponibilidade para os peixes.
4. Período de Defeso e aumento na quantidade de peixe no lago – Segundo relato de alguns dos entrevistados, com o período de defeso, os pescadores

acabam não pescando com medo de serem pegos e seus apetrechos serem apreendidos. Como não há pesca, o número de peixes no lago é muito grande, e como o lago fica com pouca água e a temperatura aumenta, faltando o oxigênio para uma grande quantidade de peixes, de acordo com o Sr. Fábio, morador local. Isso ocasiona uma grande quantidade de peixe morto.



Figura 52. Diagrama de fatores causais da mortandade de peixes na região do Lago do Rei, de acordo com a percepção de pescadores e moradores locais.

FONTE: Pesquisa de opinião, 2020.

Benefícios ou malefícios da mortandade de peixes

Quando se vivencia um período difícil é importante visualizar os dois lados, neste caso específico, estamos analisando uma problemática ambiental que ocorre eventualmente no Lago do Rei, que é a mortandade de peixes ocorrida durante o período de seca no ano de 2020. Diante disso, é relevante compartilhar os resultados da pesquisa de opinião referente às consequências que esse evento causou na vida daqueles que sobrevivem diretamente da prática da pesca do Lago do Rei.

Para alguns entrevistados o evento da mortandade de peixes apresenta alguns aspectos benéficos, um deles é quanto maior o número de peixes mortos na seca, maior é o número de peixes disponível na cheia, praticamente o dobro de peixes mortos. Outro aspecto benéfico apontado na pesquisa é que entram mais peixes, depois que os outros morrem. Os aspectos limitantes são mais expressivos que os benéficos, alguns dos entrevistados afirmaram que essa mortandade prejudica o meio ambiente, contaminando a água deixando-a imprópria para o consumo humano.

Além de contaminar a água, o odor é um aspecto preocupante para alguns entrevistados, incomoda, e em muitos casos prejudica diretamente a saúde dos moradores. Ademais, a logística familiar fica comprometida, tendo que passar por uma água contaminada, muitas das vezes insuportável e o nível da água no lago muito abaixo do normal, em muitos casos intransitável. Na Tabela 29, apresentamos a frequência relativa das respostas dos entrevistados, os números só testificam aquilo que descrevemos acima a respeito dos benefícios e dos aspectos limitantes.

Tabela 29. A mortandade dos peixes traz algum benefício para o meio ambiente.

Variável	Frequência Relativa (Fr)
Sim	27%
Não	63%
Não sabe afirmar	10%
Total	100%

Os entraves relatados pelos entrevistados, também é descrito no estudo de Gato Guimarães (2019) onde afirma que na seca a paisagem muda completamente, a grande área alagada dá lugar a vastas áreas de terras, algumas usadas para agricultura de ciclo curto, outras como pastos. Também surgem vários lagos, alguns deles de difícil acesso, principalmente pela dificuldade de adentrá-los devido ao baixo nível de água, impossibilitando o pescador de acessar determinada área com sua embarcação, fazendo com que tenha que caminhar longas distâncias para chegar ao lugar de sua preferência.

Portanto, esses aspectos que foram relatados pelos entrevistados, apresentam um cenário bem peculiar do Lago do Rei na época da seca, mostrando a realidade varzeana, suas principais dificuldades referentes à relação com o Lago do Rei, que para muitas famílias é o principal espaço onde adquirem o seu sustento e renda. Contudo, é importante salientar que muitas alternativas podem ser sugeridas para o enfrentamento dessa problemática, uma delas é uma câmara frigorífica para o armazenamento do pescado, fazendo com que os pescadores tenham outras possibilidades para comercialização.

Referências

DIEGUES, A.C. **Pesca artesanal no litoral brasileiro: Cenários e Estratégias para sua sobrevivência.** 1988. São Paulo. Instituto Oceanográfico, 287p.

FREITAS, C. E.; BATISTA, V. S. **A pesca e as populações ribeirinhas da Amazônia central. Revista Brasileira de Ecologia, 1999.** São Paulo, v. 3, n. 1. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/sebecologia/revista/n199/pesca%20.html>

GAMA ASM, *et al.* **Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil.** Cad Saúde Pública, 2018; 34(2): e00002817.

GUIMARÃES, D. G., **Avaliação do conflito entre pescadores e jacarés na Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro Lago do Rei” – Amazônia Central Brasileira.** 2019. 64 pp. Dissertação. Escola Superior de conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS / Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPE.

NEIVA, G. DE S. **Subsídios para a Política Pesqueira Nacional.** 1990. IBAMA, DEPAQ/DIREN/IBAMA, Brasília. 64p.

Capítulo X



X. Transformações na Paisagem do Lago do Rei

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Suzy Cristina Pedroza da SILVA

Vinícius Verona Carvalho GONÇALVES

Neliane de Sousa ALVES

Henrique dos Santos PEREIRA

Cloves Farias PEREIRA

Jaisson Miyosi OKA

Introdução

Um dos aspectos importantes quando se trata do planejamento de um território é conhecer a área e sua dinâmica temporal e espacial. O conhecimento sobre a dinâmica do uso e cobertura da terra é extremamente necessário para planejar e monitorar o uso dos recursos naturais. Informações referentes às quantidades e ao tipo de mudança no uso da terra são essenciais para esse planejamento.

Transformações nas paisagens com a mudanças no uso da terra podem ser verificadas por meio de estudos realizados com imagens obtidas em diferentes datas por sensoriamento remoto, pois sensores a bordo de satélites coletam dados da superfície terrestre de forma sistemática e repetitiva (FLORENZANO, 2002), o que vai subsidiar o monitoramento a partir de um recorte da paisagem e o uso de uma metodologia predefinida em um momento inicial e num momento posterior para detectar mudanças que sustentem as tomadas de decisão (LANG e BLASCHKE, 2009).

As florestas alagadas são conhecidas como Florestas Ombrófilas Densas Aluviais no sistema de Veloso *et al.* (1991). Na região amazônica, estas florestas inundáveis por águas brancas ou barrentas (SIOLI, 1984) recebem o nome regional de várzea (BRAGA, 1979) e se formam pela deposição de sedimentos carregados pelos rios. As florestas de várzea são um dos ecossistemas mais dinâmicos e vulneráveis da Amazônia brasileira

(CASTELLO *et al.*, 2013). Estes ambientes possuem uma recuperação lenta e às vezes irreversíveis quando perturbados, sendo considerados menos resilientes em relação às florestas de terra firme (FORTINI *et al.*, 2006; SCHÖNGART, 2008; FLORES *et al.* 2017). A remoção da cobertura vegetal em áreas de várzea pode simplesmente levar a perda do habitat, face à importância ecológica e estrutural que as plantas desempenham para a manutenção desse ecossistema (ALMEIDA *et al.*, 2004).

Entre as consequências da remoção da floresta de várzea sobre o ecossistema está: a redução da abundância de comunidades de plantas C-3 que sustenta espécies com diferentes espécies de peixes e redução de plantas C-4 (macrófitas) que servem de berçário para muitas espécies de peixe durante o período de enchente (MELACK, FORSBERG, 2001; ARRAUT, 2008; AFFONSO, 2012). Além da influência sobre a vegetação, o desmatamento em áreas de várzea afeta a qualidade da água, aumenta a temperatura e proporciona o aumento de sedimentos o que altera a produção da assembleia biótica (APRILE; DARWICH 2013; PENALUNA *et al.*, 2016). Esses efeitos, por conseguinte, tendem a influenciar na biodiversidade dos sistemas aquáticos (JUNK, 1997; CASTELLO *et al.*, 2017).

Os altos cursos de alguns rios de água branca como o Amazonas são meandrantess, com elevada velocidade de escoamento e cota de inundação que pode atingir entre 10 e 20 m. Devido correrem numa zona de transição altimétrica entre as zonas submontanhosa e das terras baixas de planície, os rios meandrantess possuem uma dinâmica hidrológica considerável (KALLIOLA *et al.* 1991), com elevada taxa de erosão e deposição de sedimentos, especialmente aqueles com granulometria maior. Os sedimentos menores são transportados rio abaixo e depositados a centenas de quilômetros à jusante (ALMEIDA, *et al.* 2004). A maior proporção de florestas amazônicas ocidentais cresce nesses depósitos fluviais (KALLIOLA *et al.* 1991).

Nesse contexto, em novembro de 2020 a mortandade catastrófica e o baixo volume de água no lago principal (Lago do Rei) e no canal de acesso (Igarapé do Rei) que liga ao rio Amazonas na localidade Lago do Rei, na Costa da Terra Nova, Ilha do Careiro (Figura 53), causou uma comoção entre os moradores do Lago do Rei, ao passo que solicitaram aos órgãos públicos providências.

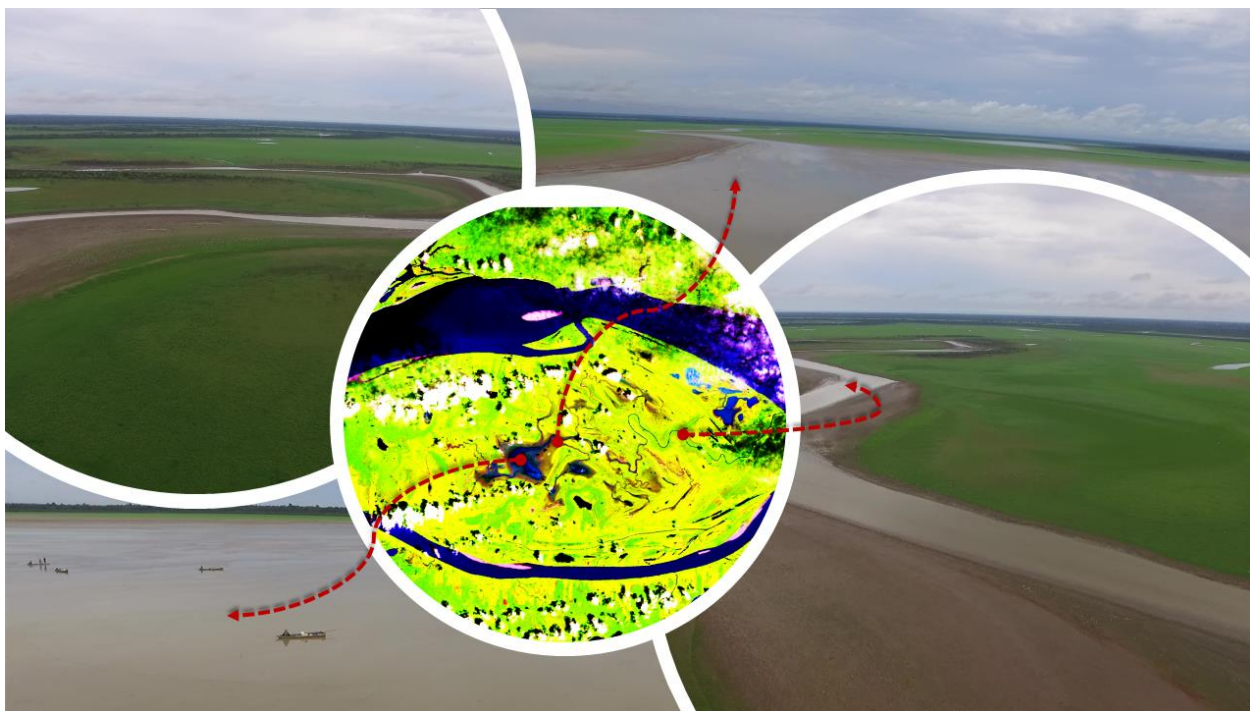


Figura 53. Imagem de satélite do Landsat 8 (RGB654) de 20.11.2020 e imagens de drone tomadas na visita técnica do TCE, UFAM e UEA em 18.11.2020, as setas em vermelhos indicam a posição geográfica das imagens de drone.

Nesse sentido o presente estudo teve como objetivo analisar esse fenômeno a partir de hipóteses em relação ao uso inadequado da terra (desmatamento), por meio de técnicas de sensoriamento remoto e análise temporal de uso e cobertura. Assim como a verificação de outras duas hipóteses para responder o problema: 1) a partir de análises hidrológicas e cotas mínimas do rio e 2) de deposição de sedimentos. Com os resultados espera-se a compreensão sobre esse fenômeno específico e assim subsidiar auditorias ambientais no Lago do Rei.

Metodologia

Processamento das imagens Landsat

Para as análises utilizou-se imagens dos sensores Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*), Landsat 7 (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) e imagens Sentinel dos anos de 2019 e 2020

As séries de imagens Landsat estão disponíveis no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Os sensores TM e ETM dos satélites LANDSAT 5 e 7 possuem sete bandas, com numeração de 1 a 7, sendo que cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite e sua resolução geométrica é de 30 m e resolução radiométrica de 8 bits, sendo necessário realizar a correção radiométrica, atmosférica e georreferenciamento. Enquanto, as imagens do Landsat 8, produtos L1T padrão são produtos que estão em formato de nível digital (DN) com resolução radiométrica de 16 bits. Estes podem ser convertidos em valores de reflectância no topo da Atmosfera (TOA) - (bandas 1-9) ou radiação (Bandas 1-11) com fatores escala prevista nos metadados do produto (MTL). Os dados na imagem L1Gt/L1T são corrigidos radiometricamente e geometricamente e disponível no formato GeoTIFF.

O estudo foi realizado em uma escala temporal de 1986 a 2020. As imagens de satélites foram imageadas nos meses de outubro a dezembro correspondem ao período de vazante dos rios na Ilha do Careiro, nas proximidades de Manaus (Tabela 30).

As imagens foram pré-processadas no QGIS 3.14, utilizando o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). O SCP é um complemento desenvolvido para o QGIS que possibilita a correção atmosférica denominada DOS1 (*Dark Object Subtraction*) e transforma os números digitais em reflectância no topo da atmosfera. Esse procedimento é requerido para realizar análises com índices espectrais.

Tabela 30. Data de aquisição das imagens Landsat do sensor TM, ETM+ e OLI.

Sensor	Ano de Referência	Data de Aquisição
Landsat 5 - TM	1986	07.11.1986
Landsat 5 - TM	1989	15.11.1889
Landsat 5 - TM	1992	23.11.1992
Landsat 5 - TM	1993	25.10.1993
Landsat 5 - TM	1994	13.11.1994
Landsat 5 - TM	1994	19.11.1994
Landsat 5 - TM	1995	15.10.1995
Landsat 5 - TM	1995	16.11.1995
Landsat 5 - TM	1996	17.10.1996
Landsat 5 - TM	1996	02.11.1996
Landsat 5 - TM	1998	07.10.1996
Landsat 5 - TM	1999	27.11.1999
Landsat 5 - TM	2000	13.11.2000
Landsat 5 - TM	2000	15.12.2000
Landsat 5 - TM	2001	16.11.2001
Landsat 7 - ETM+	2002	11.11.2002
Landsat 5 - TM	2003	06.11.2003
Landsat 5 - TM	2004	24.11.2004
Landsat 5 - TM	2005	01.11.2005
Landsat 5 - TM	2006	29.10.2006
Landsat 5 - TM	2006	30.11.2006
Landsat 5 - TM	2008	19.11.2008
Landsat 5 - TM	2010	08.10.2010
Landsat 8 - OLI	2014	03.10.2014
Landsat 5 - TM	2008	19.11.2008
Landsat 8 - OLI	2015	22.10.2015
Landsat 8 - OLI	2015	23.11.2015
Landsat 8 - OLI	2016	06.10.2016
Landsat 8 - OLI	2017	28.11.2017
Landsat 8 - OLI	2018	15.11.2018
Landsat 8 - OLI	2019	02.11.2019
Landsat 8 - OLI	2019	01.10.2019
Landsat 8 - OLI	2020	03.10.2020
Landsat 8 - OLI	2020	20.11.2020

No método de correção atmosférica *Dark Object Subtraction* (DOS), a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos números digitais (ND) da imagem de satélite, sendo ignorada a absorção atmosférica (CHAVEZ, 1988). O DOS assume que existem alvos (pixels) negros nas imagens (e. g. sombras e água profunda), onde os valores se aproximariam ao máximo do ND (número digital referente ao pixel da imagem) mais baixo na imagem, equivalente a cerca de 1% de reflectância (CHAVEZ, 1988). Porém, os valores desses pixels representam valores de ND superiores aos esperados, consequência do espalhamento atmosférico, e por isso esses pixels escuros servem de referência para a correção do espalhamento atmosférico (WEISS et al, 2015).

Após a conversão para valores físicos e mitigados os efeitos atmosféricos, é possível efetuar a caracterização espectral dos objetos. Partindo do pressuposto que o ambiente se modifica constantemente, a análise do comportamento espectral de alvos naturais é uma importante técnica para avaliação da evolução e monitoramento dos processos ambientais (FRAGAL e MONTANHER, 2011).

NDVI (Normalize Difference Vegetation Index)

Para mensurar a cobertura vegetal fotossinteticamente ativa utilizou-se o índice de vegetação, NDVI (*Normalize Difference Vegetation Index*), proposto por Rouse *et al.*, (1973) que utiliza as bandas do infravermelho próximo e do vermelho, visando o realce das variações de densidade na vegetação (MENESES et al, 2012). O NDVI auxilia na análise e interpretações de características da variação de densidade de cobertura vegetal, e desta forma é possível determinar a variação e transformação na paisagem no decorrer do espaço e do tempo.

NDVI das imagens do Landsat 5 e 7

As bandas para a obtenção dos índices de vegetação NDVI, do sensor TM, foram as bandas 3 (vermelho – 0,63µm a 0,69µm) e 4 (Infravermelho Próximo – 0,76µm a 0,90µm), pela equação:

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v}$$

Onde:

NIR = reflectância para banda espectral do infravermelho próximo

red = reflectância para a banda espectral do vermelho

NDVI das imagens do Landsat 8

As bandas para a obtenção dos índices de vegetação NDVI, do sensor OLI, foram as bandas 4 (vermelho – 0,636µm a 0,673µm) e 5 (Infravermelho Próximo – 0,851µm a 0,879µm), pela equação:

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v}$$

Onde:

ρ_{iv} = reflectância para banda espectral do infravermelho próximo

ρ_v = reflectância para a banda espectral do vermelho

Os resultados do NDVI variam de -1 a 1, onde os valores mais próximos de -1 representam áreas com menor quantidade de vegetação e valores mais próximos de 1 representam áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, áreas de solo exposto apresentam valores que se aproximam de zero e áreas de completa ausência de vegetação (água) apresentam valores negativos. Nesse sentido, o NDVI é um bom indicativo de variações no comportamento da cobertura vegetal. Todavia, vale ressaltar que o método NDVI não pode ser considerado determinístico e muito menos o único parâmetro a ser utilizado para estudos sobre alterações ocorridas em áreas de cobertura vegetal.

Após a obtenção do NDVI foi realizada uma classificação com 5 categorias para diferenciar a classe com maior reflectância. Após essa classificação, foi possível transformar o arquivo *raster* para vetor e isso possibilitou o cálculo das áreas de florestas no Lago do Rei para realizar um comparativo.

Análises Hidrológicas e Espelho d'água

Para este estudo foi utilizado os dados de cotas do rio Amazonas medidas na Estação Fluviométrica do Careiro (Estação 1504000), localizada no município de Careiro da Várzea (Lat. -3,20 e Long. -59,83), sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA e operada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Para análise do comportamento hidrológico do rio Amazonas na área de estudo foram utilizadas as cotas médias anuais para os anos de 1986, 1989, 1994, 1995, 1996, 1999, 2000, 2001, 2002, 2006, 2008, 2015, 2017, 2018 e 2019.

Para análise do espelho d'água do complexo de lagos na Ilha do Careiro, utilizou-se o índice espectral NDWI em imagens de Landsat.

Para Namikawa (2015), as superfícies de água em imagens óticas de satélite se caracterizam pela baixa reflectância e permitiriam uma fácil separação entre este tipo de alvo e outros tipos de alvo. Mas, devido à efeitos de iluminação, especialmente sombras, à presença de sedimentos e pixels misturados, a separação exige o uso de combinação de bandas, como o Índice Normalizado de Diferença de Água NDWI (*Normalized Difference Water Index*).

De acordo com McFeetrs (1996) este índice foi concebido para delinear ambientes de águas abertas, a partir da máxima reflectância da água no comprimento de onda do verde, a baixa reflectância dos corpos de água no infravermelho próximo e realçar o contraste entre a água e a cobertura vegetal, proporcionada pelo infravermelho próximo.

O NDWI é um índice definido pela razão entre a diferença e a soma das bandas do verde (banda 2 Landsat TM e ETM+ ou banda 3 Landsat OLI) e do infravermelho próximo (banda 4 no Landsat TM e ETM+ e banda 5 no Landsat OLI) ou médio (banda 5 no Landsat TM e ETM+ e banda 6 no Landsat OLI). O valor de NDWI varia de -1 para 1, onde o tipo de cobertura é a água se $NDWI \geq 0$ e não água se $NDWI \leq 0$.

Após a utilização do NDWI, as imagens foram classificadas com algoritmo não supervisionado. Em seguida as imagens com as classes resultantes foram segmentadas para criar apenas uma camada para extração dos espelhos de água. As imagens *raster* foram vetorizadas e em seguida foi mensurada a camada espelho d'água área em hectares. As imagens de satélites utilizadas nesta etapa foram selecionadas partir de datas iguais ou

próximas, determinadas pelas cotas mais baixas do período de vazante do rio Negro, com a finalidade de determinar relação entre área do espelho de água e a cota do rio.

Quatro pescadores e uma pescadora, moradores da Comunidade Cristo Rei, na localidade Lago do Rei foram entrevistados segundo um roteiro semiestruturado, a fim de complementar as informações sobre a mortandade de peixes no lago. As respostas foram gravadas em áudio e depois transcritas para análise de conteúdo.

Por fim, foram realizadas regressões lineares simples nos conjuntos de dados para corroborar a existência de relação entre o espelho de água dos lagos gerados a partir do NDWI e as cotas mais baixas do rio Negro, por meio dos coeficientes de correlação de Pearson (R), de determinação (R^2) e da aplicação do teste de hipóteses t de Student e complementação com dados primários dos pescadores entrevistados.

Análises de Sedimento

A partir de combinações de bandas de imagens do Satélite Sentinel 2, foi possível diferenciar nas imagens analisadas corpos hídricos com mais ou menos sedimento em suspensão. A combinação de bandas no sensoriamento remoto para estimativa de sedimentos, está bem documentada na literatura, sendo muito utilizadas as bandas espectrais verde, vermelho e infravermelho próximo (NIR) (MATTHEWS, 2011).

A utilização dessas pode variar de acordo a concentrações de sedimento em suspensão, em concentrações mais baixas (até 50 mg L^{-1}), combinações baseadas em bandas espectrais verdes ou vermelhas são os mais adequados. Em concentrações mais altas as bandas verde e vermelha saturam-se e a concentração torna-se subestimada.

Transformações nas Paisagens

A Ilha do Careiro é composta por diversos ambientes aquáticos como igarapé, furos, chavascais e lagos. Um desses ambientes é o Igarapé do Rei que dá acesso dos moradores da comunidade Cristo Rei e das comunidades do entorno ao Lago do Rei pela parte norte da Ilha e o paraná do Cambixe que cerca a Ilha pela parte sul, tudo interligado entre si. Estes

ambientes corroboram com os estudos de Witkoski *et al.*, (2009) nos Lagos Grande e São Lourenço, em Manacapuru-AM que são ligados entre si pelos caminhos de água, conformando uma densa paisagem labiríntica, onde os peixes encontram condições favoráveis ao desenvolvimento da vida, abrigo, alimentação e reprodução.

A Ilha do Careiro é marcada pelos períodos de cheias e vazantes. As cheias ocorrem nos meses de maio, junho e julho e as vazantes ocorrem nos meses outubro e novembro quando atingem os níveis mais baixos de água e ocorre o fenômeno da mortandade de peixes, impactando a vida dos moradores na localidade do Lago do Rei.

Nesta localidade o cotidiano dos pescadores é envolvido entre outras atividades tradicionais que são possíveis, como atividades agrícolas e o extrativismo. Os moradores utilizam todos os ambientes aquáticos e terrestres da Ilha e se adaptam às transformações drásticas anuais de seu ambiente entre as cheias e as vazantes. Após as cheias, os moradores utilizam os solos férteis da várzea para sua agricultura. De acordo com Fraxe (2000) essa fertilidade natural e os diversos ambientes aquáticos favorecem a economia local. No Lago do Rei está uma vivência praticada entre todos os membros da família e em especial para a comunidade Cristo Rei, que são polivalentes, mas tem na pesca sua atividade principal de sustento.

No intuito de compreender como estão arrançadas espacialmente os ambientes e analisar ao longo dos anos essas transformações nas paisagens foi análise espacial com imagens de satélite, a partir das interpretações de características de densidade da vegetação.

As análises foram realizadas no mês de novembro (vazante) e nos anos de 1986, 2000 e 2015 com imagens de satélite do sensor Landsat 5 e Landsat 8, a partir do índice espectral NDVI, as imagens foram classificadas em seis classes de uso da terra. A diferenciação entre as classes de uso da terra foi possível a partir da interpretação visual de composições coloridas, segmentação das imagens pelos valores de NDVI e uma averiguação prévia da área em campo.

Os maiores valores obtidos no índice para as classes Floresta e Agropecuária compreendem o intervalo entre 0,60 e 0,90 apresentando vegetação fotossinteticamente ativa com as florestas de várzea sem interferência da água e cultivos, e áreas de pastagens em produção. A classe de Floresta Alagada “floresta de igapó” apresentou valores de NDVI

entre 0,39 e 0,51 com forte influência do componente água. As áreas de solo exposto, representado por áreas com algum tipo de edificações, estradas e roças recém-abertas sem cultura agrícola correspondem aos valores entre 0,51 a 0,60. O NDVI com a classe do intervalo de todas as imagens com valores negativos representam a ausência de vegetação. Uma peculiaridade que ocorreu em 2015 foi a classe de área com sedimentos representando a área do lago com massa de água em outras épocas do ano (Tabela 31).

Tabela 31. Classes de Uso da Terra - Época de Vazante.

Classes de Uso da Terra - Época de Vazante	NDVI
Água	Valores negativos
Área com Sedimento	0.14 - 0.39
Floresta Alagada	0.39 - 0.51
Solo Exposto	0.51 - 0.60
Floresta	0.60 - 0.77
Agropecuária	0.60 - 0.90

Ao longo de quase 30 anos, na ilha do Careiro onde está situada a localidade Lago do Rei, verificou-se que houve uma transformação nas paisagens de florestas. Entre os anos de 1986 e 2000 houve uma redução entre os tipos de florestas existentes na Ilha, ou seja, entre as florestas de igapó, as florestas de várzea e as florestas secundárias e entre os anos de 2000 a 2015 houve uma redução significativa de uso e cobertura da terra, entre as áreas de agricultura e solo exposto (Figura 54).

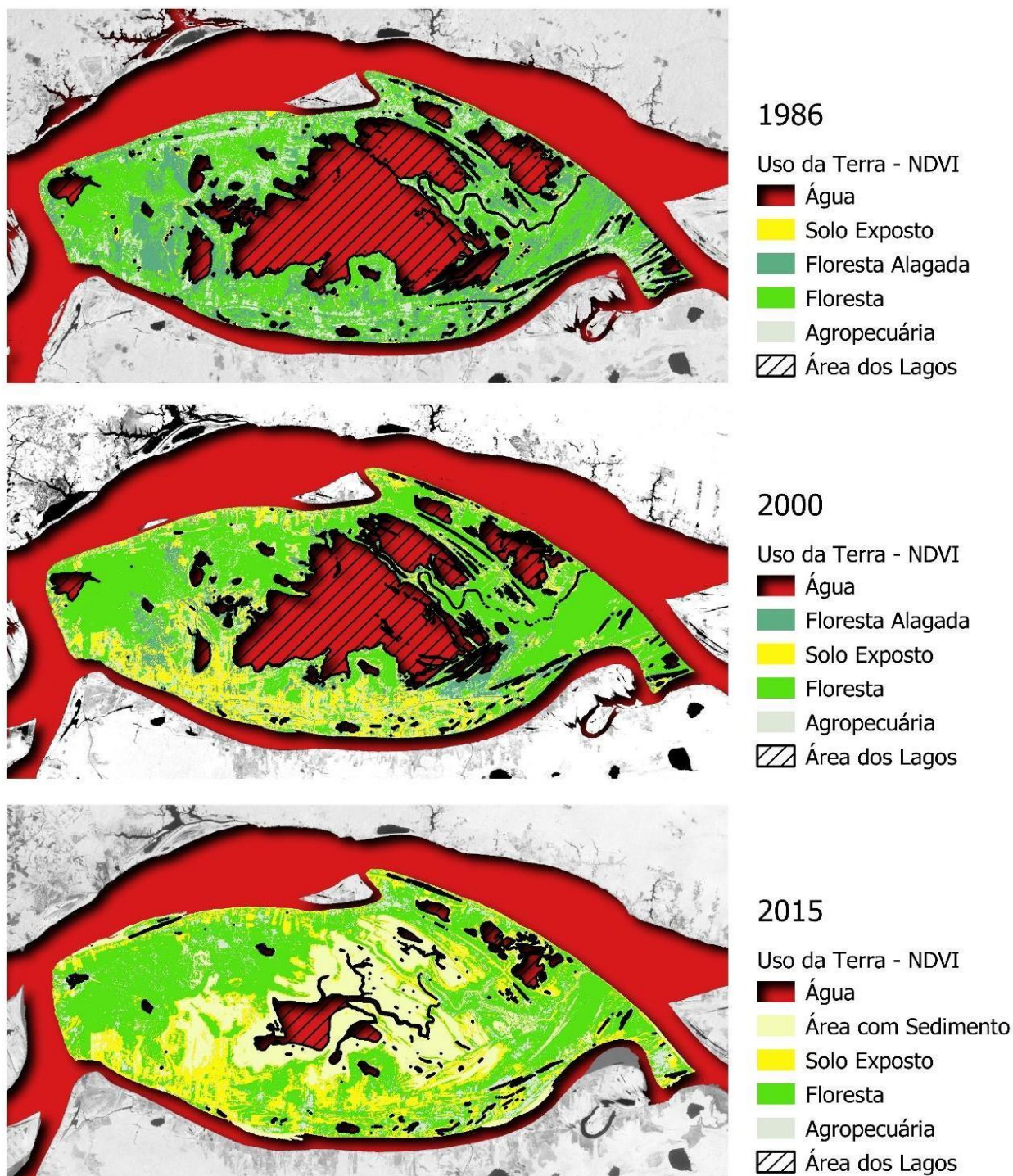


Figura 54. Transformações nas paisagens na Ilha do Careiro e no Lago do Rei ao longo dos anos.

Entre os anos de 1986 e 2015, nas imagens dos meses de novembro, pico do período de vazante, verificou-se que a área em hectares do lago ou da lâmina de água vem diminuindo de extensão.

Em 2015 verificou-se que as áreas com florestas de várzea tiveram um aumento de área em hectares. As áreas com solo exposto aumentaram e houve uma diminuição das atividades agropecuárias. Neste ano, no entanto, houve uma peculiaridade não verificada nos anos anteriores, o surgimento de áreas com sedimentos. Essas áreas com sedimentos em 2015 são possíveis explicar devido ao evento hidrológico extremo que ocorreu naquele ano, quando as cotas do rio Negro-Solimões atingiram valores mínimos do mês de outubro de 2015, com cota 2016) nas proximidades de Manaus.

Dessa forma, as transformações na paisagem neste estudo são entendidas como uma mudança não apenas no ambiente físico ou biótico, mas também em um contexto socioeconômico. Metzger (2001) compreende a paisagem como uma entidade natural que reúne atributos litológicos, geomorfológicos, edáficos, topográficos, sociais e econômicos. No entanto, é preciso entender que a Ilha do Careiro, trata-se de um sistema socioecológico de várzea complexo. Para Farhad (2012), os sistemas socioecológicos são sistemas holísticos e integrados dos seres humanos com a natureza, que formam conjuntos impossíveis de serem separados e caracterizam-se como sistemas complexos e adaptativos, em que diferentes elementos (cultural, político, social, econômico, ecológico e tecnológico) estão interagindo. Neste sentido, a interação dos componentes desse sistema é de fundamental importância para aumentar a sua resiliência.

A análise dessa parte do estudo focou apenas na vazante, no mês de novembro. Nesse período ocorrem diversas atividades na localidade, por exemplo, preparo do terreno para agricultura, atividades sociais (festejos de padroeiros e festas comunitárias), construção e reconstrução de moradias, atividades de pesca fora deste complexo aquático e o extrativismo, como retirada de madeiras, resinas, óleos, coleta de cascas de árvores, frutos e caça, assim como atividade intensa de pecuária. Dessa forma, ao analisar esse sistema socioecológico da Ilha verificou-se que vem ocorrendo transformações nas paisagens quanto ao uso que se faz em determinados espaços (Figura 55).

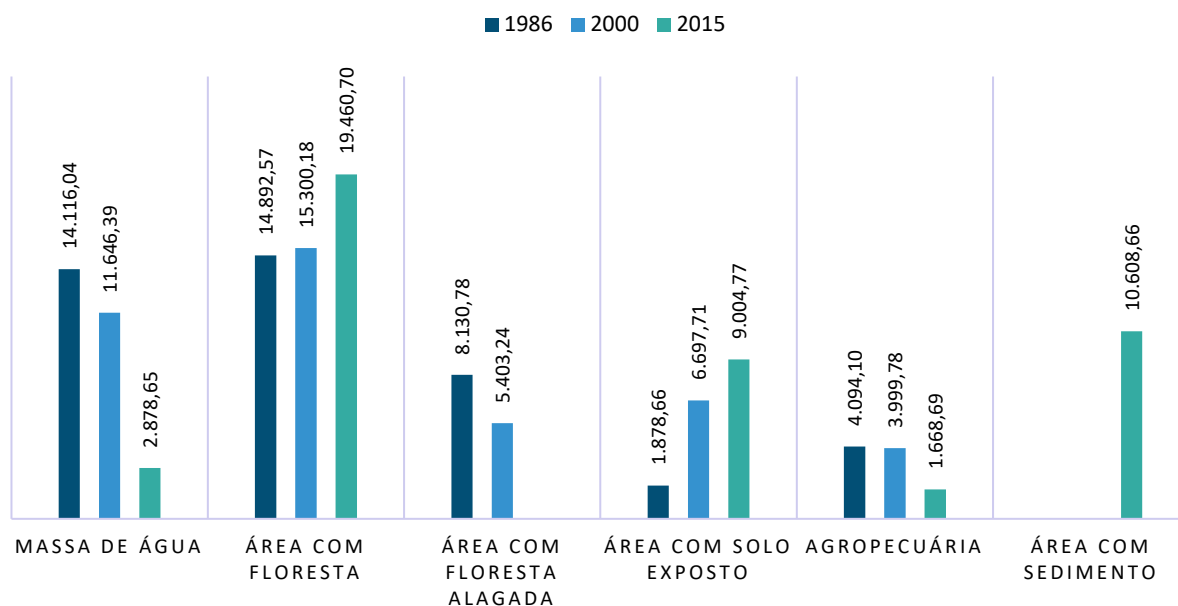


Figura 55. Área em hectare (ha) do uso da terra época da vazante (novembro de 1986, 2000 e 2015)

Assim pode-se dizer que houve uma diminuição de 32,7% para 6,6% na área do lago ao significativa entre 2000 e 2015 pode ter sido influenciado pelo evento hidrológico extremo de 2015. Em quase 30 anos, as áreas de vegetação (florestas de várzea e da floresta de igapó) diminuíram de 53,4% para 44,6% e as áreas de uso intensivo (solo exposto e agropecuária) aumentaram significativamente de 4,4% para 20,6%, quase cinco vezes mais áreas desmatadas em relação ao ano de 1986 (Figura 56).

As áreas de uso intensivo (solo exposto e agropecuária) estão avançando para dentro do complexo de lagos de várzea, principalmente na porção ao sul margeando as áreas de preservação dos lagos e outrora ocupando algumas porções de áreas com terrenos mais secos, anteriormente áreas úmidas com florestas alagadas. No entanto, verifica-se que as áreas de sedimento em geral não são utilizadas para fins agropecuários permanecendo com pouca ação antrópica, como verificado na imagem do ano de 2015 (Figura 57).

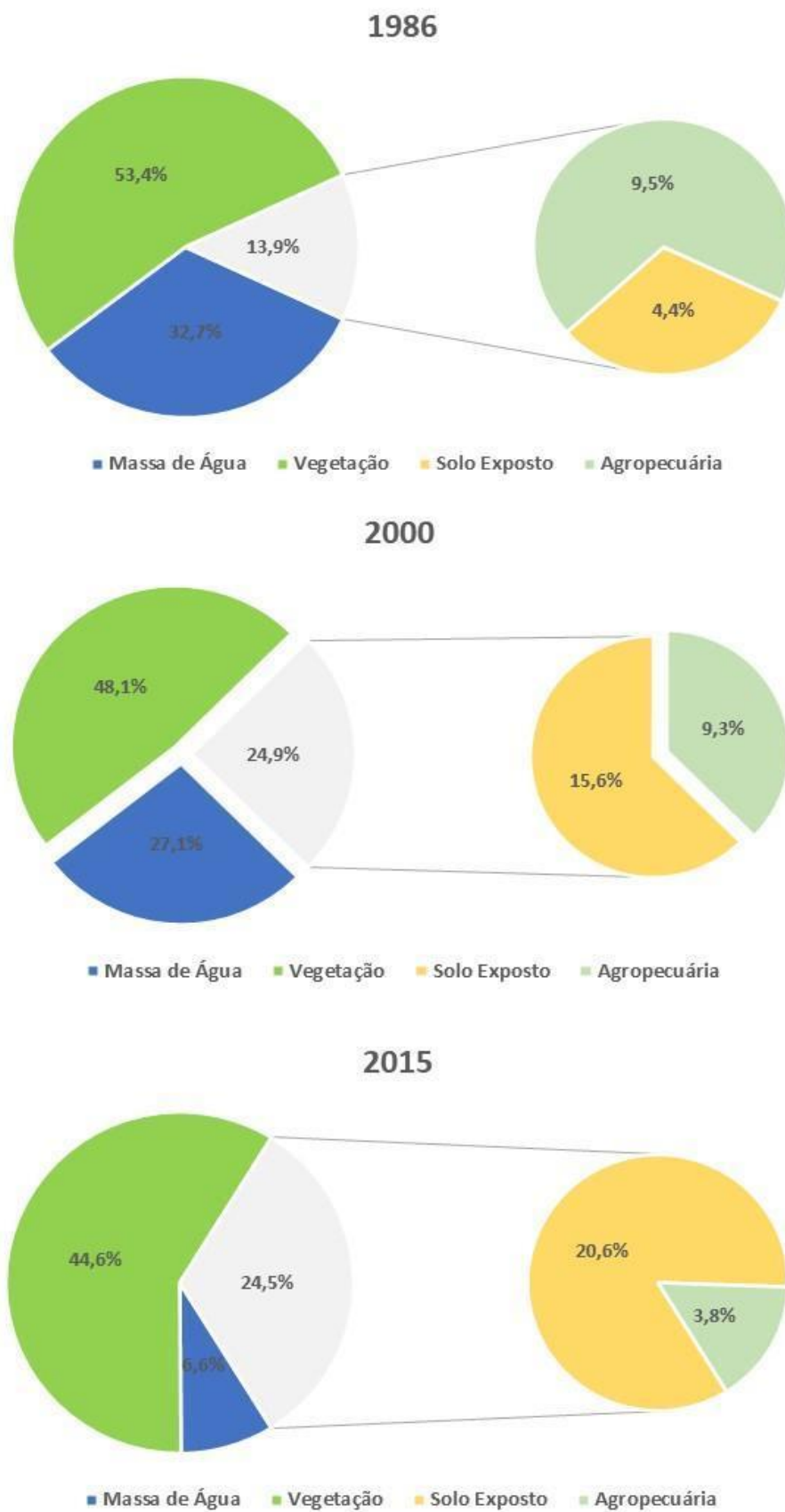
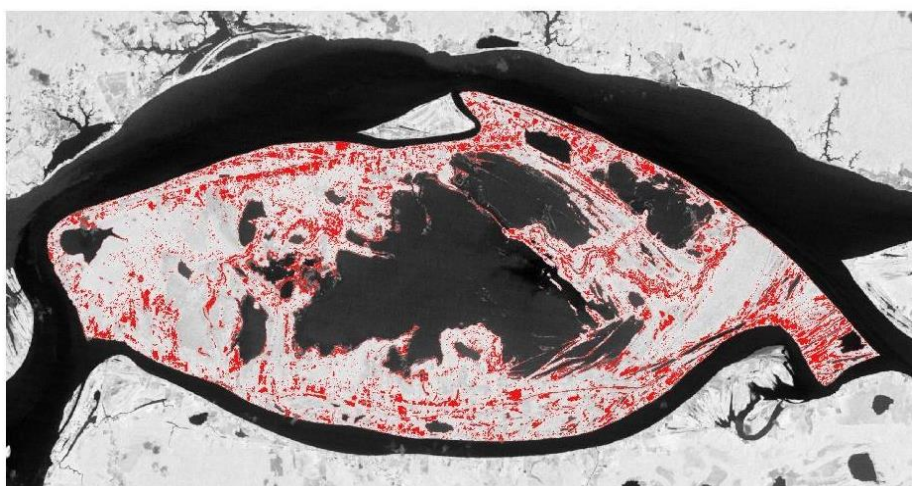


Figura 56. Quantidade de área de uso da terra (ha) no contexto socioecológico da Ilha do Careiro.



1986

Uso Intensivo

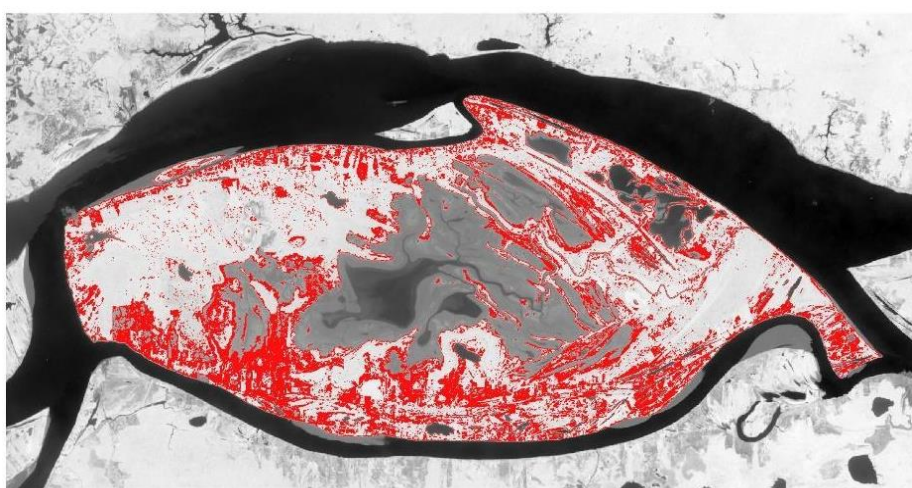
Área (ha) = 7.958,76



2000

Uso Intensivo

Área (ha) = 12.697,49



2015

Uso Intensivo

Área (ha) = 12.688,46

Figura 57. Uso intensivo (solo exposto + agropecuária) na Ilha do Careiro ao longo dos anos.

No contexto socioecológico da Ilha do Careiro e consequentemente no Lago do Rei, as florestas de igapó (florestas alagadas) vem sofrendo mais pressão ambiental, do que as

florestas de várzea. As áreas destas florestas vêm dando lugar aos depósitos de sedimentos que vem sendo acumulado na porção noroeste da Ilha.

Conforme exposto por Salati (1983) as florestas de igapós, as margens dos lagos e chavascais ficam repletos de árvores frutíferas e essas frutas ao caírem nas águas servem de alimentos para diversas espécies de peixes. Assim estas florestas são componentes essenciais para a manutenção da vida nos lagos.

Análises Hidrológicas

Cota da Vazante - estação do Careiro

De acordo com os dados levantados e para os anos considerados, a cota máxima na estação foi medida em junho de 2015 e atingiu o valor de 1727 cm, enquanto a cota mínima, para a série considerada foi de 293 cm, medida em outubro de 1995. De acordo com a CPRM a cota máxima medida para o rio Amazonas na estação do Careiro foi de 1743 cm, em 30/05/12, ou seja, 170 cm acima da cota máxima medida para a série considerada, enquanto a cota mínima foi de 125 cm, atingida em 25/10/2010, ou seja, -168 cm em relação a cota mínima medida para a série considerada.

O cotograma da Figura 58 apresenta o comportamento do rio Amazonas para a série considerada no estudo, onde é possível observar que o rio, na área de estudo, apresenta máximas anuais nos meses de maio, junho e julho correspondente a cheia anual, e cotas mínimas nos meses de outubro e novembro, correspondente ao período de vazante.

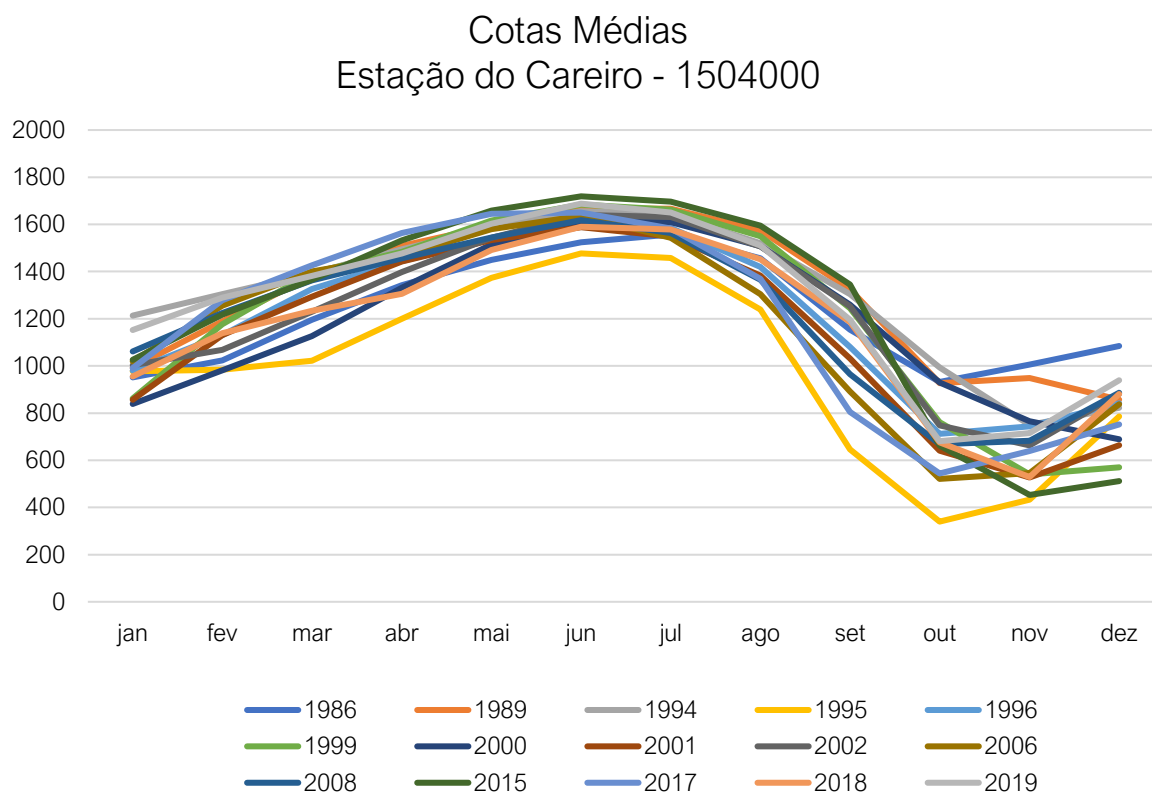


Figura 58. Cotagrama das cotas médias do rio Amazonas medidas na Estação Careiro.

Fonte dos Dados: ANA (2020). Organizado por: ALVES, N.S. (2020).

Para o ano de 2020 foi realizado um estudo da vazante do rio Amazonas com os dados de cotas medidos na estação do Careiro. Em média são realizadas quatro a cinco medições do NA e os dados são disponibilizados no site da CPRM. O Rio Amazonas, na área considerada, apresentou no mês de junho de 2020 pequenas variações no NA, indicando um provável fim do processo de enchente. Os dados levantados são apresentados na Tabela 32.

Em junho de 2020 o rio Amazonas atingiu as cotas máximas anuais nas estações monitoradas pela CPRM, confirmando o princípio do processo de vazante em Careiro da Várzea, Itacoatiara e Parintins. No final de novembro de 2020, nas estações do Careiro e Itacoatiara, foi observada uma pequena subida dos níveis, indicando um provável fim do período de vazante.

Tabela 32. Cotas medidas na Estação do Careiro – Período Vazante

Data	cota (cm)	Limites
19.06.2020	1616	Cota máxima
26.06.2020	1608	
03.07.2020	1600	
10.07.2020	1588	
24.07.2020	1576	
31.07.2020	1550	
07.08.2020	1475	
14.08.2020	1434	
21.08.2020	1372	
28.08.2020	1298	
04.09.2020	1190	
11.09.220	1036	
18.09.2020	Sd	
25.09.2020	Sd	
02.10.2020	Sd	
09.10.2020	Sd	
16.10.2020	Sd	
23.10.2020	Sd	
30.10.2020	Sd	
06.11.2020	431	Cota mínima
13.11.2020	441	
20.11.2020	464	
27.11.2020	501	

Fonte: CPRM (2020) Sd: sem dados disponíveis. Organizado por: ALVES, N.S. (2020)

O Cotagrama da Figura 59 apresenta o comportamento da vazante do rio Amazonas para o ano de 2020. Apesar da ausência de medições no mês de outubro é possível observar que a cota mínima atingida, com base nos dados disponíveis, foi de 431 cm em 06.11.2020, tendo a vazante deste ano sido prorrogada até o mês de novembro.

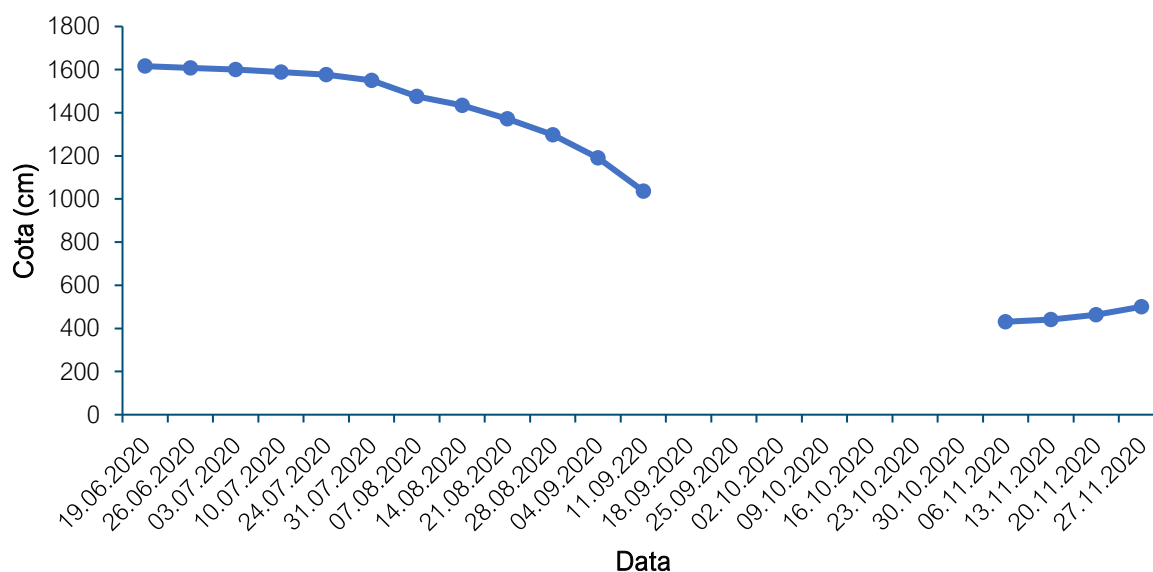


Figura 59. Cotagrama referente a vazante do rio Amazonas na Estação de Careiro.

Fonte dos Dados: CPRM. Organizado por: ALVES, N.S. (2020)

Em relação a mortandade de peixes na área do Lago do Rei, e a partir da análise dos dados acima, é importante frisar que em 2020 a cota mínima do rio Amazonas na estação do Careiro não foi atingida, ela é de 125 cm medida em 25/10/2010 estando a mínima de 2020 em 431 cm. Infelizmente a CPRM apresenta uma lacuna de dados em outubro que não nos permite afirmar se este valor corresponde à cota mínima do ano. Pode ser que a cota do rio tenha atingido valores de 1995 (293 cm) ou próximos destes. De qualquer maneira, considerando que este não foi um ano extremo de vazante, é preciso considerar, no caso da mortandade dos peixes, a colmatagem do lago por sedimentos trazidos como carga sólida do próprio rio, adição de carga devido as Terras Caídas e/ou com contribuições antrópicas como o desmatamento, já comprovado nos estudos de análise de transformação da paisagem, apresentado acima.

Cotas do Porto de Manaus e Espelho d'água

As populações ribeirinhas, moradoras da Ilha do Careiro são capazes de perceber e prever com bastante exatidão as mudanças sazonais na paisagem dada a regularidade do clima observada no último século. De acordo com Pereira et al (2018) essas populações passaram a perceber que estão em curso mudanças ambientais e para a maioria está

havendo uma redução na previsibilidade e um aumento na intensidade e frequência de eventos extremos (grandes cheias e grandes vazantes) confirmadas pela análise de tendência dos registros históricos. Os moradores da localidade Lago do Rei em especial vêm percebendo um intenso processo de deposição de sedimentos no canal.

No entanto, não foi encontrada uma tendência claramente definida de mudança na relação entre a área total de espelhos d'água dos lagos da ilha e a cota mínima do rio Negro na data próxima da ocorrência da cota, ao longo do gradiente temporal. Esperava-se que devido à indicação de colmatagem do lago estar em curso acelerado por causa das cheias anormais mais frequentes, em anos mais recentes, o espelho d'água estaria cada vez menor para cotas cada vez mais elevadas, em anos sucessivos. Isso não pôde ser verificado nos dados como analisados (Figura 60). Assim, da forma como foram estimados, os dados não corroboram a hipótese inicialmente formulada.

Os anos assinalados em vermelho são aqueles para os quais foram recuperados dados de ocorrência do fenômeno por notícias de jornais. Percebe-se que são anos com áreas de espelhos d'água maiores que a maioria dos demais anos avaliados. O dado de 2019 parece ser o valor discrepante da série, já que apresentou uma área total maior que 14,5 mil hectares. Não por acaso, também corresponde a um ano em que os entrevistados indicaram não ter havido o fenômeno. Com exceção de 2019, a área de espelhos foi sempre inferior à 13 mil hectares para os momentos de pico da vazante do rio Negro. Dos anos analisados, o ano com menor área teria sido o de 1992.

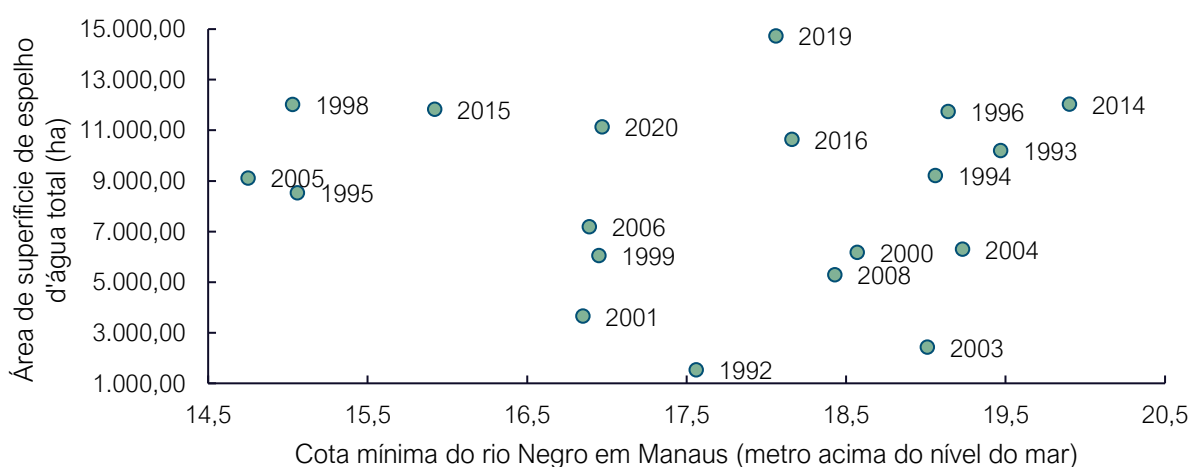


Figura 60. Relação entre a cota do rio Negro a área total de espelhos d'água dos lagos da Ilha do Careiro da Várzea calculada para a data de ocorrência do valor da cota mínima anual do rio.

Para análise de conteúdo tem-se que com idades variando entre 24 e 63 anos e com tempo de moradia no local superior a 24 anos, a maioria dos entrevistados informou que o fenômeno ocorre em novembro e dois deles indicaram também o mês de outubro. Pelos dados do Porto de Manaus (Tabela 33 e Tabela 34), nos 20 anos analisados, a cota mínima ocorreu apenas 5 vezes em novembro e apenas uma vez em dezembro. Em 14 deles a cota mínima foi registrada em outubro, o que pode indicar que a mortandade ocorre ao final da vazante no período em o lago ainda está sem a conexão superficial com o canal principal. O fenômeno ocorre em três ambientes, ou seja, o lago, o canal e o paraná. Sendo mais frequente ou se iniciar pelo canal e se prolongar até a área do lago. Os pescadores percebem o fenômeno como anual e recorrente e o associam à seca do lago e que a elevação da temperatura e a falta de oxigênio são as causas imediatas. Um pescador citou ainda o desmatamento e a poluição por resíduos e efluentes.

Quanto às mudanças no fenômeno, os entrevistados emitiram opiniões divergentes. Porém, a maioria avalia que o fenômeno esteja se tornando mais frequente e mais intenso. A explicação para tal mudança aparece em duas das respostas como sendo a maior frequência de grande cheias seguidas e secas mais intensas (o termo local conhecido como seca entre os pescadores, trata-se da época de vazante do rio). Apenas um dos entrevistados associa a mudança do fenômeno com o que denominou de “aterro do lago”.

Pereira *et al.* (2018) definiram os limiares considerados como eventos extremos, valor de 29,01 m.a.n.m (metros acima do nível do mar) para as cheias, o que equivale à soma da média histórica mais um desvio padrão das cotas máximas anuais e, para as vazantes extremas, o valor de 15,80 m.a.n.m correspondendo ao valor da média histórica menos um desvio padrão das cotas mínimas do rio Negro em Manaus.

Para esse caso, ou seja para o Lago do Rei, a referência de cota mínima levou em consideração a percepção e avaliação dos pescadores que indicaram a intensificação do fenômeno estar relacionado com a ocorrência de pulsos de inundação mais amplos (grandes cheias seguidas de vazantes intensas), comparou-se a cada ano da série o número de dias que o rio Negro esteve com cotas abaixo de 18m, tomando como referência a cota mínima do ano de 2019 em que não teria havido a mortandade, e a amplitude do pulso de inundação do respectivo ano.

Tabela 33. Resumo dos conteúdos das respostas das entrevistas com pescadores e pescadoras da comunidade Igarapé do Lago do Rei, Careiro da Várzea-AM.

Entrevistas		1	2	3	4	5
gênero		masculino	masculino	masculino	masculino	feminino
Idade (anos)		24	63	49	44	31
Ocupação		Pescador	Pescador	Pescador	Pescador	Pescadora
Local de Nascimento		Lago do Rei - AM	Purus - AM	Porto Velho - RO	Manicoré - AM	Janauacá - AM
Moradia Atual		Lago do Rei	Lago do Rei	Lago do Rei	Lago do Rei	Lago do Rei
Tempo de Moradia		24 anos	42 anos	39 anos	36 anos	31 anos
Época do Ano	Outubro	x	-	x	-	-
	Novembro	x	-	x	x	X
Fase do ciclo	Seca	x	X	x	x	X
Onde acontece	Canal	x	X	x	x	X
	Lago	x	X	x	x	-
	Paraná		X	X		X
Frequência		?	anual	anual	anual	anual
Percepção das causas	Seca do lago	x	-	-	x	X
	Temperatura da água	x	X		x	-
	Falta de oxigênio	x	X	X	x	-
	Desmatamento	-	-	-	-	x
	Sujeira	-	-	-	-	x
O fenômeno tornou-se mais frequente		sim	?	Sim	não	sim
O fenômeno tornou-se mais intensidade		não	sim	Sim	não	sim
Causas do aumento		-	aterro do lago	grande enchente seguida de seca	houve redução	Grande enchente seguida de seca

Tabela 34. Dados das cotas mínimas e data de aquisição das imagens analisadas.

ANO	DATA ¹	Cota mínima ¹	Data das Imagens	Cota na data da imagem ¹	Área total de espelho d'água ²
1992	11/nov	17,56	23/nov	18,06	1.529,73
1993	27/out	19,47	25/out	19,48	10.191,34
1994	24/nov	19,06	29/nov	19,06	9.211,07
1995	28/out	15,06	15/out	15,54	8.529,16
1996	19/out	19,14	17/out	19,18	11.739,76
1998	30/out	15,03	07/out	17,35	12.021,33
1999	21/nov	16,95	27/nov	17,04	6.042,34
2000	11/dez	18,57	15/dez	18,66	6.176,13
2001	31/out	16,85	16/nov	17,55	3.650,09
2003	10/nov	19,01	06/nov	19,17	2.423,25
2004	17/nov	19,23	24/nov	19,27	6.293,37
2005	26/out	14,75	01/nov	14,95	9.111,91
2006	25/out	16,89	29/out	16,94	7.191,26
2008	27/out	18,43	19/nov	19,27	5.285,82
2010	24/out	13,63	08/out	15,91	9.162,52
2014	28/out	19,9	03/out	23,09	12.027,35
2015	26/out	15,92	22/out	16,24	11.833,36
2016	17/out	18,16	08/out	18,54	10.638,45
2019	25/out	18,06	01/out	21,29	14.730,92
2020	15/out	16,97	03/out	17,81	11.131,55

Fontes: 1Porto de Manaus; 2Calculado de imagens Landsat.

Na Figura 61 nota-se que surgem três padrões anuais. O padrão “A” formado pelos anos em que não foram registradas cotas abaixo de 18m, o que inclui o ano de 2019. Note que esse ano está no limite extremo máximo considerando-se o eixo da amplitude do pulso de inundação. O grupo intermediário assinalado pela letra B, correspondendo aos anos com ampla variação no número de dias com cotas abaixo de 18 m, porém com amplitudes de inundação intermediárias (11 a 13 m). O subgrupo B2 se destaca por conter anos com mais de 60 dias de cotas mínimas, o que inclui o ano de 2020, considerado pelos moradores como um ano de evento de mortandade extremo. Um terceiro grupo, extremo, indicado pela letra C, formado por anos com mais de 50 dias de cota abaixo de 18m e amplitudes maiores que 13m. Nota-se que nesse grupo estão os anos de 2005 e 2015 que foram destacados

pelos registros históricos do noticiário, sendo muito provavelmente evento de maior repercussão. Incluem ainda os anos de 2009 e 2012 que são os dois recordes de cheia do rio Negro.

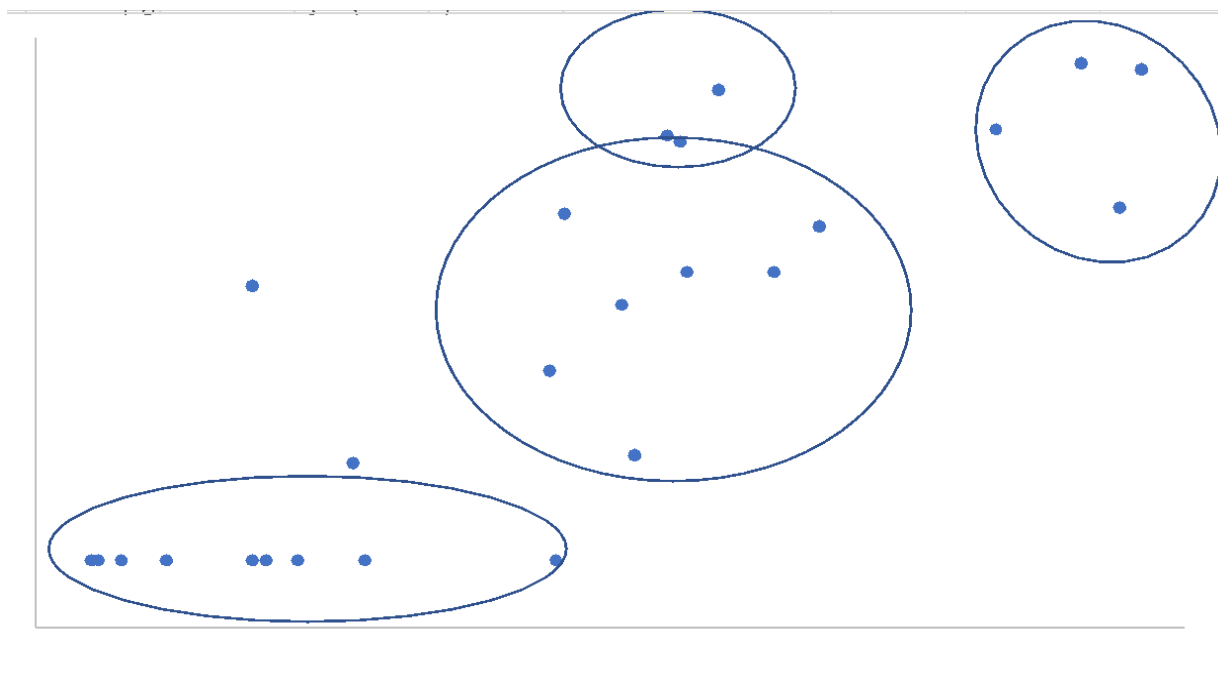


Figura 61. Amplitude do pulso de inundação anual e número de dias de cotas inferiores a 18 metros no rio Negro.

Desse modo, poder-se-ia afirmar que a percepção dos pescadores de que anos de maior amplitude do pulso de inundação estão se tornando mais frequentes corresponde aos dados registrados pois o conjunto de anos do grupo C são anos da década corrente. Além disso, anos com elevada mortandade correspondem àqueles em que foram registrados mais de 50 dias de cotas abaixo de 18m, ou seja, anos de vazantes prolongadas. Nota-se ainda que os grupos B2 e C são formados em sua maioria por anos da primeira e segunda década do século, ou seja, anos recentes.

De acordo com informações de dados primários (por telefone para D. Maria, moradora da Comunidade Cristo Rei) obtidos posterior à esta análise, o lago começou a encher no dia 08 de dezembro de 2020. Neste dia, a cota do rio Negro foi de exatamente, 18,32m corroborando a cota de referência de 18m, para a "seca" no lago, utilizado neste estudo.

Deposição de Sedimento na Ilha do Careiro

Para esta parte do estudo vamos iniciar com um trecho de uma entrevista de Whitaker e Bezzon (2006) sobre Teorias da Complexidade com o professor José Galizia Tundisi, referência internacional na área de Limnologia, que comentou sobre um problema ambiental:

“Refiro-me ao problema ambiental dentro da água. Não é mais difícil de se perceber do que no sistema terrestre? – Bom certamente, é um pouco mais complexo, sim porque é claro, no sistema terrestre, o corte da floresta já evidencia as alterações. ... O sistema aquático já é mais elaborado, mas ele tem um registro importante que é o sedimento. A história do lago está lá, toda registrada no sedimento...”

Para compreender o processo de sedimentação que ocorre no Lago do Rei e seu entorno, é necessário recorrer as formações litoestruturais da bacia amazônica que originaram a partir da atuação de vários eventos ao longo das eras Paleozóico e Cenozóico que ocorreram no éon Fanerozóico. O éon Fanerozóico compreende os depósitos aluviais e tem início com o cambriano na era paleozóica e abrange os últimos 542 milhões de anos (MARKOV e KOROTAVEV, 2007). De forma mais precisa, os depósitos aluviais estão relacionados ao período neógeno e a época Holoceno e recebem o nome de Depósitos de Planícies Aluvionares Holocênica (N4a2) são constituídos de areia, silte, argila e cascalho inconsolidados resultado da acumulação de sedimentos de milhares de ano ao longo da calha e das margens dos cursos de água branca.

Os rios de água branca na Amazônia fluem através da planície sedimentar que são sedimentos depositados pelos próprios rios que podem remover ou adicionar estes sedimentos nas faixas marginais, dando origem ao solo de várzea (STERNBERG, 1998; EMBRAPA, 2009). A várzea é resultado da ação dos produtos dos rios, principalmente daqueles que transportam grandes cargas de sedimento em suspensão. Estes rios inicialmente escavaram seus leitos e posteriormente depositaram seus sedimentos nos vales que deram origem à pedogênese, ou seja, a gênese do solo, constituindo a formação de novas terras e transformando a configuração da paisagem de várzea.

Sendo assim, cabe ressaltar aqui, que a planície sedimentar, que também é comumente conhecida como várzea, é produto da deposição de sedimentos. Estes

sedimentos têm origens diversas, podem ser transportados desde os Andes, onde nascem os rios de água branca, como também produto do solapamento de base, que pode ser compreendido como a escavação do próprio rio, que impacta as margens dos rios com a força da água, ocasionando o fenômeno de erosão fluvial (JUNK *et al.*, 1989; CARVALHO, 2006). Este processo também é conhecido na Amazônia, como terras caídas, que em outras palavras é o escavamento produzido pelas águas dos rios, fazendo com que os barrancos sejam solapados intensamente (GUERRA, 1993).

Dessa forma, o que foi possível constatar a partir do estudo no Lago do Rei, é que vem ocorrendo uma deposição de sedimentos no lago, fazendo com que haja um processo de colmatação no mesmo, tornando-o cada vez mais raso devido ao processo de colmatação ou assoreamento. A remoção da floresta acelera o processo de erosão do solo favorecendo o fenômeno de terras caídas e por sua vez o aumento da concentração de sedimento em suspensão, tendo como consequência o assoreamento de lagos de várzea.

Em relação a dinâmica de sedimentos no Lago do Rei, não foi possível realizar análises com dados *in loco*, uma vez que, até o momento não existe nenhuma estação de medição de sedimentos no Lago do Rei ou no Paraná do Careiro.

Como resultados das análises espectrais das imagens de satélite pode-se constatar que o Lago do Rei, tende a apresentar menor concentração de sedimentos em suspensão CSS – em períodos de água alta e nos períodos de água baixa, o lago tende a apresentar maior sedimento em suspensão, a cor da água no lago nos períodos de seca, se tornam semelhantes a cor da água do rio Solimões, rio este rico em sedimentos (SIOLI, 1984; JUNK *et al.*, 1989) (Figura 62).

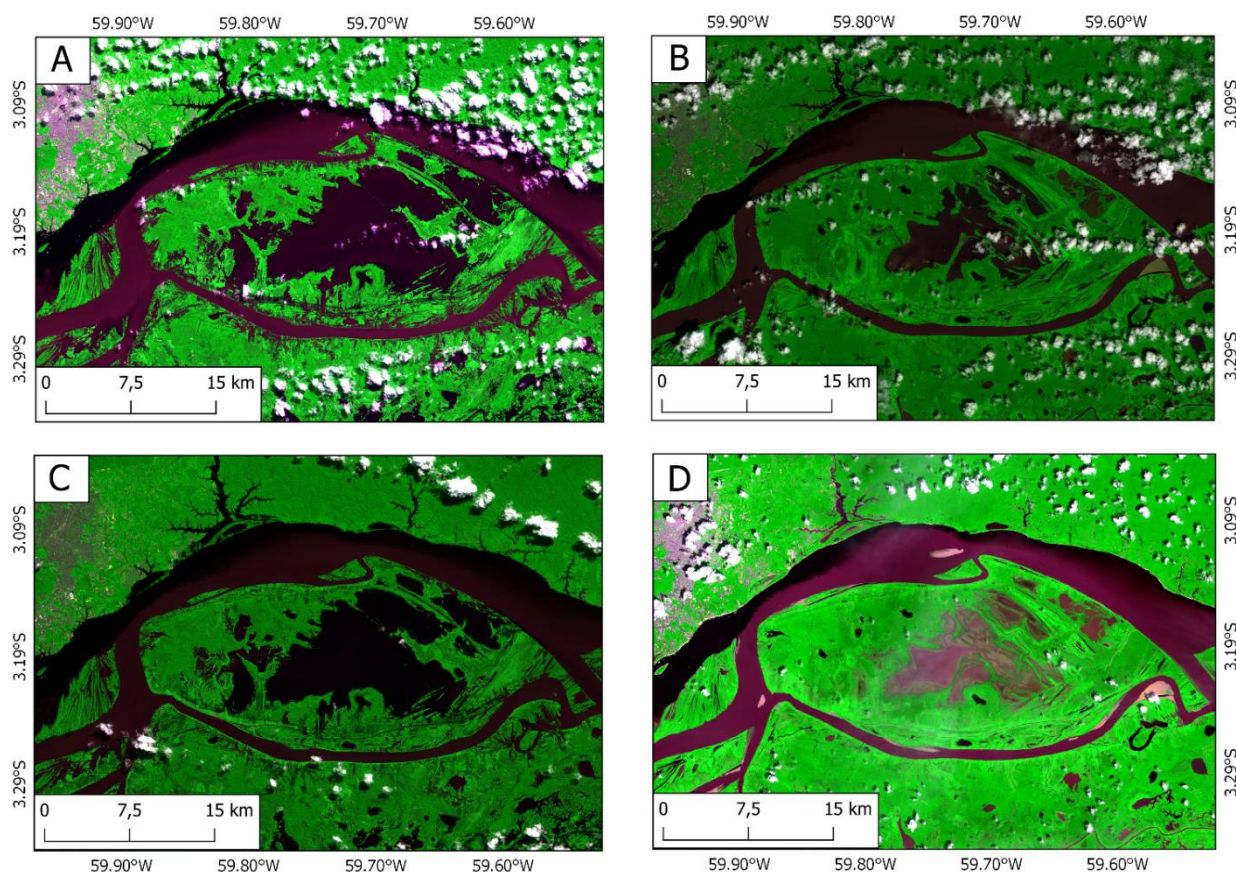


Figura 62. Mapa gerado a partir da mediana das bandas B4, B8 e B2 do satélite Sentinel 2 - A – Imagem de satélite no mês de junho para o ano 2019; B - Imagem de satélite no mês de novembro para o ano 2019; C - Imagem de satélite no mês de junho para o ano 2020 e D - Imagem de satélite no mês de novembro para o ano 2020.

Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Bourgoïn *et al.*, (2007) no Lago Curuaí e (FASSONI-ANDRADE *et al.*, 2019) nos Lago Grande de Manacapuru e Lago Coari, onde os autores encontraram que, conforme os níveis de água diminuem nos períodos de vazante e seca, a concentração de sedimentos em superfície aumenta devido a sua ressuspensão.

O mapeamento do transporte e da ressuspensão do sedimento, pode ser útil em estudos que buscam compreender a acumulação e erosão de sedimentos, a troca de sedimentos rio-lago e até processos ecológicos como mortandade de peixes em lagos de várzea (ARANTES *et al.*, 2013).

Considerações Finais

Sobre a transformações na paisagem, apesar de haver uma intensificação de uso da terra para as atividades agropecuárias em quase 30 anos passando de 13,9% para 24,5% somente a ação de isolada de desmatamento dentro da ilha não pode explicar o aumento de sedimentação ao longo dos anos, causando o assoreamento dos lagos ao ponto de provocar a mortandade catastrófica de peixes em determinados anos de vazante no Lago do Rei, fato que poderá ser explicado por fatores naturais da dinâmica fluvial, vista nestes estudos a partir das análises hidrológicas.

Em relação a mortandade de peixes na área do Lago do Rei, e a partir da análise dos dados acima, é importante frisar que em 2020 a cota mínima do rio Amazonas na estação do Careiro não foi atingida. De qualquer maneira, considerando que este não foi um ano extremo de vazante, é preciso considerar, no caso da mortandade dos peixes, a colmatagem do lago por sedimentos trazidos como carga sólida do próprio rio, adição de carga devido as Terras Caídas e/ou com contribuições antrópicas como o desmatamento.

Também não foi encontrada uma tendência claramente definida de mudança na relação entre a área total de espelhos d'água dos lagos da ilha e a cota mínima do rio Negro na data próxima da ocorrência da cota, ao longo do gradiente temporal. Assim, da forma como foram estimados, os dados não corroboram a hipótese inicialmente formulada.

Sobre a deposição de sedimentos, o Lago do Rei, tende a apresentar menor concentração em suspensão em períodos de água alta e nos períodos de água baixa. Assim o lago tende a apresentar maior sedimento em suspensão, nos períodos de seca. Corroborando com a fala dos moradores que vêm percebendo um intenso processo de deposição de sedimentos no canal.

Referências

- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. **Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico.** Acta amazônica, v. 34, n. 4, p. 513-524, 2004.
- APRILE, FM. AND DARWICH, AJ. **Nutrients and water-forest interactions in an Amazon floodplain lake: an ecological approach.** Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 25, no. 2, p. 169-182, 2013.
- ARANTES CC, CASTELLO L, CETRA M, SCHILLING A. **Environmental factors affecting the distribution of arapaima in floodplains of the Amazon.** Environ. Biol. Fishes 96, 1257–1267, 2013.
- BOURGOIN, L.M., BONNET, M.P., MARTINEZ, J.-M.M., KOSUTH, P., COCHONNEAU, G., MOREIRATURCQ, P., GUYOT, J.L., VAUCHEL, P., FILIZOLA, N., SEYLER, P. **Temporal dynamics of water and sediment exchanges between the Curuaí floodplain and the Amazon River, Brazil.** J. Hydrol. 335, 140–156, 2007.
- BRAGA, P. I. S. **Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica.** Acta amazonica, v. 9, n. 4, p. 53-80, 1979.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SA-20 Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 628p, 1978.
- CARVALHO, José Alberto Lima de. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil.** Manaus, 2006. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, 2006.
- CASTELLO L, MCGRATH DG, HESS LL, COE MT, LEFEBVRE PA, PETRY P, MACEDO MN, RENÓ VF, ARANTES CC. **The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems.** Conserv. Lett. 6, 217–229, 2013 (doi:10.1111/conl.12008).
- CASTELLO, L., ISAAC, V.J., THAPA, R.. **Flood pulse in the Lower Amazon.** Royal. Open Society. 2, 150299,. 2015
- CHAVEZ Jr PS. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data.** Remote Sensing of Environment. 1988; 24: 459-479.
- CHAVEZ Jr PS. **Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images.** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1989; 5V: 1285-1294.
- CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio Teixeira (org.). **Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- FASSONI-ANDRADE, A.C, PAIVA, R.C.D. **Mapping spatial-temporal sediment dynamics of river-floodplains in the Amazon.** Remote Sens. Environ., 221 (2019), pp. 94-107, 2019.

FARHAD, S. **Los sistemas socio-ecológicos: una aproximación conceptual y metodológica**. In: XIII Jornada de Enonomía Crítica, 2012, Sevilla. Actas del XIII Jornada de Enonomía Crítica. Sevilla: Universidad Complutense de Madrid. 2012.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de textos, 2007.

FRAGAL, E. H.; MONTANHER, O. C. **Correções atmosféricas 6s e DOS na caracterização espectral de alvos naturais de Ilha Grande utilizando dados do sensor TM 5**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7456.

FRAXE P. J. T. **Homens Anfíbios - Etnografia de Um Campesinato das Águas**. São Paulo: ANNABLUME, 2000

JUNK W.J, BAYLEY PB, SPARKS RE. 1989. **The flood pulse concept in river-floodplain systems**. In: Dodge, DP. **Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)**. Canadian Special Publication of Fishery and Aquatic Science, 10VI: 110-127.

JUNK, W. J. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 1997. v. 126. 525p.

KALLIOLA, R., J. SALO, M. PUHAKKA; M. RAJASILTA. **New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains**. Journal of Ecology 79, 1991, p. 877-901.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

MATTHEWS, M.W. **A current review of empirical procedures of remote sensing in Inland and near-coastal transitional waters**. Int. J. Remote Sens. 2011, 32, 6855–6899.

MCFEETERS, S. K. **The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features**. International Journal of Remote Sensing, v.17, n.7, p. 1425-1432, 1996.

MENESES, P. R. (org) **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento remoto**. 1. ed. Brasília: UnB, 2012.

METZGER, J. P. 2001. **O que é ecologia de paisagens?** Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematicreview+BN00701122001>>. Acesso 2020.

NAMIKAWA, L. M. **Imagens landsat 8 para monitoramento de volume de água em reservatórios: estudo de caso nas barragens jaguari e jacareí do sistema cantareira**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 17, p. 4828-4835, 2015.

PENALUNA, B. E.; OLSON, D. H.; FLITCROFT, R. L.; WEBER, M. A.; BELLMORE, J. R.; WONDZELL, S. M.; DUNHAM, J. B.; JOHNSON, S. L.; REEVES, G. H. **Aquatic biodiversity**

in forests: a weak link in ecosystem services resilience. *Biodiversity and Conservation*, p. 1–31, 2016.

PEREIRA, H. S. *ET AL.* PERCEPÇÃO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS POR POPULAÇÕES RIBEIRINHAS AFETADAS DA AMAZÔNIA CENTRAL. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, v. 12, n. 01, p. 84-95, dez. 2018. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/498>>. Acesso em: dezembro de 2020. doi: <https://doi.org/10.22411/rede2018.1201.08>.

PORTO DE MANAUS. 2016. **Nível do Rio Negro**. Disponível em: <http://www.portodemanaus.com.br/?pagina=nivel-do-rio-negro-hoje> Acesso em 2020.

SALATI, E. (org) **Amazônia, Integração, Desenvolvimento e Ecologia**. São Paulo: Ed. Brasiliensi, 1983.

SIOLI, H. (1991). **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3rd ed. Petrópolis: Vozes.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro**. 2.^a ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 330 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991.

WEISS, C. V., SILVA CAMARGO, D. C., ROSCA, E. H., & ESPINOZA, J. **Análise comparativa entre métodos de correção atmosférica em imagens do sensor Operational Land Imager (OLI), plataforma Landsat 8**. *Scientia Plena*. 2015; 11(2).

WHITAKER, D. C.; BEZZON, L. A. C. **A cultura e o ecossistema: reflexões a partir de um diálogo**. Campinas-SP: Ed. Alinea, 2006.

WITKOSKI, A. C. **Floresta de trabalho**. Witkoski, AC Terras, florestas e água de trabalho: os camponeses amazônicos e as formas de uso dos recursos naturais. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas-EDUA, p. 250-288, 2009.

Capítulo XI



XI. Recomendações para Auditoria Ambiental

Júlio Assis Corrêa PINHEIRO

Antônio de Lima MESQUITA

Therezinha de Jesus Pinto FRAXE

Ademar Roberto Martins de VASCONCELOS

Carla Souza CALHEIROS

Carlos Augusto da SILVA

Carlossandro Carvalho de ALBUQUERQUE

Cloves Farias PEREIRA

Danilo EGLE

Elton Alves de Souza FILHO

Fábio de Souza CARDOSO

Henrique dos Santos PEREIRA

Jacklene Briglia AMOEDO

Jaisson Miyosi OKA

Janderlin Patrick Rodrigues CARNEIRO

José Luiz SANSONE

Monica Suani Barbosa da COSTA

Nádia Verçosa de Medeiros RAPÔSO

Neliane de Sousa ALVES

Raimundo Cláudio Souza GOMES

Regina Yanako MORIYA

Rômulo TEIXEIRA

Rubelmar AZEVEDO FILHO

Suzy Cristina Pedroza da SILVA

Valdete Santos de ARAÚJO

Vinícius Verona Carvalho GONÇALVES

Yeda Hortêncio BATISTA

PLANO DE AÇÃO AMBIENTAL

Monitoramento Hidrológico e da Qualidade da Água

As análises temporais de qualidade da água permitem avaliar um determinado fenômeno ou comportamento no meio aquático ao longo do tempo. Breda (2011) utilizou a análise temporal para avaliar a evolução da qualidade da água do rio Grande (bacia hidrográfica do rio Paraná, região sul do estado de Minas Gerais) face à implantação do barramento, e consequente formação de um reservatório. Nesta pesquisa, pretende-se realizar análise temporal visando obter valores mínimos que minimizem as mortandades dos peixes e que água tenha qualidade de pesca e consumo humano.

Medição da vazão

A vazão volumétrica (Q) de um fluido, expressa em m^3/s , é igual ao resultado do produto da velocidade média ($\bar{v}$) do fluido no escoamento, em m/s , pela área (A) da seção transversal, em m^2 . Ou seja: $Q = \bar{v} \cdot A$.

O método usual para estimativa de vazão baseia-se em medições de velocidade em vários pontos da seção transversal de um corpo d'água com o molinete hidrométrico (SANTOS *et al.*, 2001²). As velocidades medidas são multiplicadas pelas respectivas áreas de influência para obter a vazão. A velocidade em um ponto resultará da média de três amostragens consecutivas. Aplicando o método da meia seção (SANTOS *et al.*, 2001), obtém-se a vazão do escoamento (ISO, 2007). A velocidade média é obtida pela razão entre a vazão total e a área molhada total.

Para a área de estudo, deve-se realizar medições por um período mínimo de uma semana. Os procedimentos para coleta das velocidades devem seguir as recomendações da ISO 748 (ISO, 2007).

² SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. Hidrometria aplicada. Curitiba: ITD, 2001.

Caracterização geral da bacia

Serão consultados os mapas de geologia e hidrogeologia da região definida e, posteriormente, levantamento na bibliografia descritiva das características geológicas e hidrogeológicas do Lago do Rei. Cujas fontes secundárias serão o Mapa Geológico do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), na Escala 1:1.000.000. Nesta etapa deve-se levantar a estimativa das recargas e descargas no corpo d'água em estudo. Selecionar as estações virtuais para coleta de dados na plataforma HidroSat. Realizar o Monitoramento Hidrológico por Satélite (HidroSat), visando obter a qualidade de água por meio do levantamento da concentração de sedimentos em suspensão e turbidez.

A qualidade da água

A qualidade da água de uma região é influenciada por processos naturais (intensidade das precipitações, intemperismo, cobertura vegetal) e pela ação antrópica (agricultura, concentração urbana, atividade industrial, lançamento de resíduos e uso excessivo da água). Sabe-se, portanto, que as águas superficiais e as águas subterrâneas contribuem com a vazante dos rios. Que as ações antrópicas afetam e alteram a qualidade da água, levando a sua contaminação. No período da vazante, muitos rios e lagos secam totalmente ou permanecem durante meses com pouca lâmina de água, dificultando a sua utilização, seja pela insuficiência da quantidade de água, e/ou por condições nocivas ao consumo humano.

A vida em terras de várzea se movimenta de acordo com o período das águas, que enchem e secam, trazem pescados em abundância e em seguida sua escassez e/ou mortandade, essas alterações no nível das águas dos lagos nesta região amazônica tem picos de cheia e seca superiores a onze metros e necessitam de monitoramento periódico para que seja determinada tanto a quantidade quanto a qualidade dessas águas. Essas condições naturais e/ou antrópicas de período da vazante conduzem a população a uma realidade local de insalubridade, visto que a comunidade se abastece e consome água superficial sem nenhum tratamento.

CETESB (2020)³ recomenda que as análises da qualidade da água são essenciais na determinação da causa de uma mortandade, mas é necessário que sejam realizadas durante ou imediatamente após o evento.

Nesta etapa, visou realizar as coletas e análise da água nos 3 pontos, de maneira a obter-se os limites máximos de lançamento de cargas poluidoras, principalmente matéria orgânica, nutrientes e patogênicos, a fim de manter os padrões legais de qualidade de água, nas condições de estiagens. Além do diagnóstico *in loco*, para obtenção das informações exigidas neste item foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento digital. Com objetivo central de realizar o mapeamento dos problemas e soluções de qualidade da água na Comunidade.

Geomorfologia

Para a obtenção da caracterização geomorfológica da região foram utilizados os mesmos passos do item anterior, diferenciando-se apenas no fato de que o mapa consultado é o de geomorfologia da região.

Pedologia

Para a caracterização pedológica da bacia em questão utilizou-se o mapa de solos disponibilizado pela Embrapa no site do IBGE e, posteriormente, realizou-se a descrição técnica dos tipos de solo da região e suas características peculiares.

Monitoramento dos Resíduos

Foram realizados os levantamentos das fontes de poluição (embarcações) e identificação dos pontos de lançamentos através de visitas *in loco* e registros fotográficos. Foi realizada a caracterização geográfica dos pontos de amostragem por meio de visitas em

³ CETESB. Variáveis de Qualidade da Água – Rios e Reservatórios – Surfactantes. In: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em CETESB.

campo, com uso de aparelho de georreferenciamento - GPS, auxiliadas por localização prévia de acesso através das plataformas Google Earth e/ou Google Maps.

Na etapa posterior, espera-se aplicar o projeto de Educação ambiental “Sou Ecocidadão” com professores participantes do projeto sobre como evitar o lançamento dos resíduos pelos moradores da comunidade Lago do Rei e pelas embarcações que saem do Porto do Ceasa, visando garantir a qualidade da água e sua manutenção. Serão usadas as cartilhas e vídeos curtos, informativos, sobre o que a população pode fazer para conservar a qualidade da água, evitar desperdício, prevenir doenças e outras informações práticas, que possam melhorar a vida da comunidade de modo consciente e sustentável.

Políticas Públicas para a Pesca no Estado do Amazonas

População em Eventos Extremos (vazantes extremas, mortandade de peixes, falta de alimento para a população, redução da renda familiar) deve-se estudar o período correto sobre as restrições de época de captura dos peixes, atualizar às várias portarias que regulamentam a Lei 7679/1988 sobre o período de reprodução das espécies. Estas portarias geralmente delimitam um período de proibição de 2 ou 4 meses de extensão e quais as espécies que são incluídas na proibição, destacando aquelas que têm maior valor econômico e que desovam no início do período de cheia.

O defeso do pirarucu foi estabelecido como o período que vai de 1 de dezembro a 31 de maio de cada ano (IBAMA, 1996). Atualmente, o defeso compreende o período de 15 de novembro a 15 de março. Nessa época, quando acontece a reprodução dos peixes, é proibida a pesca do pirarucu, tambaqui, matrinxã, pirapitinga, sardinha, pacu, aruanã e mapará para garantir a reprodução estoque na natureza. Durante a visita técnica, constatou-se inúmeros pirarucus mortos.

Diagnóstico Socioambiental da População Local

Esse diagnóstico tem como objetivo subsidiar ações governamentais na área do Lago do Rei, voltadas à melhoria da qualidade de vida da população local e atenção às suas

necessidades básicas nas áreas de saúde, saneamento ambiental, moradias, economia e sustentabilidade etc.

Este diagnóstico deve ser realizado in loco por meio de entrevistas e aplicação de questionário à população local e deve contemplar dados como: número de residências, habitantes, renda familiar, escolaridade, tipo de residência, esgotamento sanitário, coleta de lixo, assistência médica (posto de saúde). Durante visita a comunidade, realizou-se uma reunião com os pescadores para ouvir suas necessidades e eles afirmaram e sugeriram:

Desmatamento

Comunitários estão denunciando o desmatamento na área de preservação do Lago do Rei. *Denúncia de venda de terras*. A sociedade está preocupada com o bem comum e diversas denúncias já foram feitas (estão em redes sociais).

Pesca

Projeto buscando soluções (iniciado pelo Sr José):

Construção de Barragem

- Se fizer barragens os peixes não entrarão no lago. A morte dos peixes é um processo natural.

Para a construção de barragem teria que construir uma ponte para os comunitários atravessarem. Portanto, a construção de barragem exige estudos de engenharia e investimentos.

Retirada dos peixes

- Questionamento da comunitária: Qual é a melhor época para se fazer a retirada dos peixes antes que eles morressem e causassem a poluição ao apodrecerem, podendo causar doenças por contaminar água e ar?

Resposta: O melhor mês seria outubro, segundo o comunitário Sr Antônio, antes que os peixes morressem em novembro.

Segundo Sr. Elcio e Sr. José, os peixes devem ser levados para Manaus, antes que morressem, e doados para pessoas em situação de vulnerabilidade. Os barcos entrariam e retirariam os peixes para serem levados a Manaus. A quantidade de peixes retirados dependerá da quantidade de pescadores e sendo necessário fazer uma logística, que demanda dinheiro. Necessidade do auxílio de órgãos governamentais para o auxílio, tanto na logística quanto nos insumos para a pesca.

A comunidade mobilizaria os pescadores, porém, seria necessário realizar um levantamento dos custos. Outro instrumento seria a elaboração de uma cartilha, onde cada pescador vai especificar as necessidades para fazer a pesca de cada espécie de peixe, e de como proceder com o pescado, um exemplo seria o surubim pescado (acima de 4 kg) seria doado a instituições (asilo) e os peixes menores seriam doados à população em geral.

Falta um barco para colocar os peixes. Tirando peixes antes de morrerem, menos peixes morrerão.

Frigorífico

Barcos frigoríficos seriam bons, seria uma oportunidade para vender os peixes, mas nem sempre os peixes são vendidos.

Os comunitários vivem exclusivamente da pesca, porém não vêm problemas em retirar os peixes antes de morrerem e serem doados a quem tem fome, pois os peixes morrem, por ação natural.

Os comunitários se propõem a fazer uma ação solidária para remover os peixes, uma ação de cerca de 3 dias, de acordo com a logística, os comunitários reivindicam auxílio governamental, com o fornecimento de cestas básicas e material para a retirada dos peixes.

Promover o Uso Adequado dos Recursos Naturais

Algumas questões ambientais devem ser bem conduzidas, em prol de um desenvolvimento sustentável, que possa beneficiar a comunidade e conservar os recursos naturais existentes.

Deve-se ressaltar o sério problema de pressão sobre os recursos naturais, exercida por atividades ilegais e danosas ao meio ambiente como, a pesca predatória nos lagos, desmatamentos e queimadas no meio rural devido a atividades agropecuárias. A falta de políticas ambientais, de plano de manejo na unidade de conservação (APA do Careiro Lago do Rei) e fiscalização dos recursos naturais se torna um fator determinante para que as essas atividades ilegais se perpetuem de forma desordenada.

A existência de assentamentos rurais no município e os conflitos de uso do solo, apontam para a necessidade de fiscalização dos recursos naturais, de levantamentos, diagnósticos ambientais e de elaboração de planos de manejo participativo e a implementação da APA Ilha do Careiro Lago do Rei.

1. Criação de uma Unidade de Conservação de Reserva de Pesca Esportiva para o Careiro da Várzea.
2. Elaborar um macrozoneamento ambiental, econômico e turístico;
3. Elaborar projetos de educação ambiental nas escolas rurais e urbanas.

Estudo das barragens

Uma *barragem de terra* é uma estrutura construída em sentido geralmente transversal ao fluxo de um curso d'água, de tal forma que permita a formação de um *reservatório artificial*.

Esse reservatório terá a finalidade de acumular água ou elevar o nível do curso d'água. Pode ser chamado de *açude*, quando nele forem depositadas apenas as águas das chuvas (águas pluviais) ou podem ser chamados de *represas*, quando seus reservatórios possuírem regime normal de abastecimento por meio de córregos, riachos ou rios.

A construção de uma barragem de terra poderá ser feita visando atender a diversas situações: permitir o abastecimento uniforme de água para comunidades; armazenar água

para ser utilizada em irrigação; elevar o nível de um curso de água para possibilitar o abastecimento, por gravidade, a sistemas de irrigação, pisciculturas, criatórios de animais (bovinos, equídeos, aves) etc.; e possibilitar a instalação de rodas d'água, associadas a bombas de pistão, para realizar bombeamento de água, possibilitando a criação de peixes em tanques-rede; entre outras.

Apesar de ter uma certa facilidade em construir uma barragem de terra, para que ela seja feita com segurança e seja eficiente, torna-se necessário entender os elementos que a constituem; saber avaliar se um determinado local é adequado para construir uma barragem; e dominar as técnicas construtivas. Portanto, antes de decidir pela construção é preciso fazer uma avaliação do tipo do solo existente no local. Esta avaliação, em geral, indicará quatro situações diferentes, possíveis de ocorrerem, ou seja:

1. Solos com muitos afloramentos de rochas: estes solos não são recomendados para a construção de barragens de terra. Em locais com estas características, deve-se optar pela construção de outros tipos de barragens, como as de alvenaria, por exemplo.
2. Solos firmes e profundos, com características argilosas: esta é a condição ideal para a construção de barragens de terra, pois sendo os solos secos, firmes e profundos, a barragem poderá ser assentada diretamente sobre o solo;
3. Solos arenosos: caso o solo no local seja arenoso, ou argiloso superficialmente, mas com grandes camadas de areia à pouca profundidade, a construção da barragem apoiada diretamente sobre o terreno não é recomendada. Neste caso, as possibilidades de ocorrer altas taxas de infiltração de água, abaixo do maciço de terra são grandes, o que poderá comprometer a eficiência da estrutura; e
4. Solos úmidos ou parcialmente alagados (brejos): se o solo é úmido, caracterizando os brejos, é porque existem muitas “micronascentes” ou nascentes difusas no local. Neste caso, também não é recomendável construir a barragem de terra apoiada sobre o solo, pois a presença de nascentes embaixo do aterro poderá se tornar um grande problema futuro, causando, inclusive, desmoronamentos na barragem.

Na prática, uma barragem de terra deverá ser construída obedecendo-se os seguintes critérios:

1. Período ideal de construção de uma barragem de terra - o período ideal para construir uma barragem de terra é no início do período seco do ano, pois quando o período das chuvas chegar, a barragem já deverá estar bem consolidada. No período seco, também, o solo utilizado na construção do maciço estará mais úmido, o que permite obter uma melhor compactação dele.
2. Limpeza do Local - o processo de construção da barragem deverá ser iniciado, com a limpeza do local, incluindo a parte onde a água ficará represada. Essa limpeza garantirá melhores condições de assentamento do maciço, o que resultará em maior estabilidade da barragem.
3. Marcação da largura da crista - essa marcação é feita cravando-se estacas no solo. Para fazer o alinhamento das estacas, será necessário a participação de dois colaboradores; sendo que um colaborador terá a função de fincar as estacas no solo, seguindo as orientações do outro (observador), que deverá ficar posicionado em uma das cabeceiras do curso d'água onde a barragem será construída.
4. Abertura da vala para a construção do núcleo impermeável - a vala para a construção do núcleo impermeável deverá ser feita utilizando-se uma retroescavadeira.
5. Construção do núcleo impermeável - a construção do núcleo impermeável é feita despejando-se a terra em uma das cabeceiras e, com um trator equipado com lâmina na frente (pás carregadoras ou tratores de esteiras), essa terra vai sendo empurrada para dentro da vala. A vala deverá ser totalmente preenchida com terra e devidamente compactada.
6. Marcação da largura da base da barragem - essa marcação deverá ser feita medindo-se a projeção horizontal de cada talude a partir da marcação que foi feita anteriormente para crista.

7. Iniciando a construção do maciço de terra da barragem - essa etapa deverá ser feita, respeitando-se as marcações feitas anteriormente. Em caso de barragem com menores dimensões, a compactação poderá ser feita manualmente com soquetes, ou manobrando caminhões várias vezes em um mesmo local.
8. Construção do desarenador - a construção do desarenador deverá ser feita no início da elevação da barragem. Depois de definir a melhor posição para construí-lo, deve-se marcar o local onde será feita a vala, que poderá ser aberta manualmente ou com uma retroescavadeira, desde que sua profundidade seja o suficiente para permitir a instalação da tubulação.
9. Inclinações dos taludes - essa conferência será feita utilizando-se um nível de pedreiro e triângulos de madeira.
10. Nivelamento da crista da barragem - quando a barragem atingir altura total desejada, deve-se fazer o nivelamento da sua crista. Isto será feito de forma que, ao longo do comprimento, a crista da barragem fique nivelada e, ao longo da largura, isto é, no sentido transversal, fique ligeiramente mais alta que a montante.

Salienta-se que quando o terreno onde a barragem será construída for firme, profundo e mais argiloso, o processo inicial de construção será bem mais simples, não havendo a necessidade de se construir um núcleo impermeável. Portanto, bastará fazer a limpeza do local, retirar toda a vegetação, fazer a marcação da base da barragem e, em seguida, realizar uma aração profunda.

Portanto, pretende-se realizar estudo para análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental de um projeto de barragem de enrocamento para armazenamento da água a ser usada como piscicultura no Lago.

ATLAS ODS

Painel de Monitoramento de Notícias

Como grande efeito da seca nos rios, a mortandade de peixes na região amazônica ganha portais de notícias de várias partes do mundo. Dessa forma, no âmbito deste projeto, buscou-se compreender qual o impacto noticioso desse fato na própria região.

Utilizando o termo “mortandade de peixes no Amazonas” na plataforma de busca *Google* e *Google Notícias*, no período determinado entre 2005 e 2020, foram coletadas notícias através de links que reportaram o impacto na biodiversidade amazônica. Um painel interativo, com base na plataforma de visualização de dados Google Data Studio, foi criado para compreensão das informações coletadas, como apresentada na Figura 63.



Figura 63. Painel de monitoramento de notícias sobre a Mortandade de Peixes no Amazonas.

No painel, três filtros permitem que o utilizador destaque as notícias por Ano, Localidade e pelo Veículo responsável pela publicação. No período determinado, 34 notícias

foram encontradas, considerando que publicações feitas em blogs pessoais e publicações feitas em sites institucionais copiadas foram descartadas.

Com relação ao ano, 2015 (23%) foi quem mais se destacou por notícias de mortandade de peixes, em seguida, 2016 (11,8%), e os anos de 2009, 2013, 2018 e 2019 (todos com 8,8%). Outro destaque nas publicações diz respeito à localidade, o município de Manaquiri (distante 156 km da capital) é citado em 32% das matérias, ficando atrás apenas de Manaus que concentra a maioria, 44%. A cidade do Médio Amazonas apresentou entre os anos de 2009, 2015 e 2018, um total de 11 conteúdos relacionados a mortandade de peixes. As imagens impressionam e ganharam destaque em todo o país, como demonstrado na Figura 64.



Figura 64. Reprodução de notícia do G1 Amazonas publicada em 26/11/2015, acesso em 09/12/2020 no link: <http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/11/seca-mata-25-mil-toneladas-de-peixes-em-cidade-do-interior-do-amazonas.html>

O painel colabora com a pesquisa e serve de alerta no monitoramento de conteúdo. A partir dele, é possível perceber que o conteúdo sobre mortandade de peixes na região pode ou não ser noticiado e, para isso basta a comparação com os alertas emitidos pelos órgãos fiscalizadores.

AÇÕES NA ÁREA SOCIOAMBIENTAL

Caracterização da área de estudo

Recomenda-se uma pesquisa com dados secundários mais aprofundado e sistematizado acerca dos fatores que influenciam na caracterização da área de estudos, em especial aos seguintes aspectos:

- A diversidade biológica local;
- Os aspectos socioeconômicos local;
- Levantamento sobre os possíveis repositórios de informações, sobre a área de estudo;
- Recomenda-se que após o estudo inicial com os dados secundários, seja planejada a visita técnica (ou até mesmo a inspeção da auditoria) para a atualização/validação de informações junto aos órgãos municipais.

O estado da implementação da APA Ilha do Careiro Lago do Rei

Baseados neste relatório e nas pesquisas com dados secundários referente à caracterização da área de estudo, recomenda-se a construção de roteiro de investigação a ser aplicado durante a visita técnica/inspeção da auditoria, com a finalidade de verificar os seguintes pontos:

- Qual o órgão municipal responsável pela implementação, administração e fiscalização da APA atualmente;
- Qual a infraestrutura existente e disponível para a gestão da APA;
- A sustentabilidade financeira e de gestão para a implementação da APA;

- O estado de elaboração/implementação do Plano de Manejo (ou Plano de Gestão) da APA;
- A avaliação da efetividade do Plano de Manejo;
- A existência de Conselho Gestor;
- A efetividade do Conselho Gestor.

Recomendação de auditoria nos Sistemas Municipais de Unidades de Conservação

Tendo como base o estudo de caso abordado a partir da demanda originada no DEAMB/TCE-AM, faz-se necessário a elaboração de projeto de recomendação de auditoria nos Sistemas Municipais de Unidades de Conservação:

- As UCs Municipais, conforme mapa elaborado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente no Amazonas em 2019, com fontes de bases cartográficas do SIPAM, IBAMA (2012), SEMA (2018), e FUNAI (2012), as unidades de conservação com gestão municipal somam 1.852.879 hectares. Embora a soma total do tamanho das UC's municipais seja expressiva, essas UC's não foram contempladas no relatório Amazônia: unidades de conservação: auditoria coordenada, elaborado pelo Tribunal de Contas da União no ano de 2014.
- A ausência de acompanhamento da implementação dessas áreas por parte dos órgãos de controle, pode colocar em emergência a conservação do patrimônio natural.

Implementação de Infraestrutura e Serviços

- Os governantes devem se fazer mais presentes, por meio de ações sociais como implementação de um centro de saúde mais próximo e mais equipado para população local.

- Durante o primeiro mês do defeso (momento em que se atrasa o pagamento do auxílio), o poder público pode implementar ações sociais que propicie renda ou alimentação adequada aos pescadores.
- Havendo a possibilidade de programar uma despesca antes do período de defeso, baseado em estudos ambientais, e de forma a não prejudicar o ambiente, concomitantemente a instalação de um frigorífico e/ou balsa de beneficiamento do pescado mais próximo ao canal de escoamento do Lago do Rei, favorece a manutenção da renda dos pescadores sem haver a necessidade de ações sociais como doação de alimentos.
- Trabalhar a gestão financeira e aproveitamento de outros recursos naturais por parte dos pescadores como forma de renda alternativa no período de proibição da Pesca no Lago.

TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM DO LAGO DO REI

Recomenda-se aos órgãos ambientais:

- Campanhas de Educação Ambiental sobre os impactos de desmatamento em ambientes de várzea e a conservação dos ambientes lacustres;
- Aplicação do Código Florestal ao cumprimento da manutenção da faixa de preservação permanente (APP) nas margens dos lagos que estão dentro da Ilha do Careiro.

Achados de Auditoria

Resíduos Sólidos Recicláveis

Os resíduos sólidos produzidos (provenientes das atividades do porto, dos navios, embarcações e das cargas), representam um problema de extrema relevância, seja pela quantidade gerada seja pela diversidade de tipologias.

Segundo a Associação Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2011), os resíduos das embarcações e os resíduos das atividades portuárias são apontados como um dos principais fatores causadores do impacto da atividade. No entanto, a implementação de uma gestão adequada desses resíduos frente às regulamentações sobre o tema ainda é um fator a ser aprimorado.

Por ocasião da “Nova Lei de Modernização dos Portos” (Lei 12.815/2013) são reafirmados os tipos de instalações previstas Lei 8.630/1993 (portos organizados, terminal de uso privado, estação de transbordo de carga, instalação portuária pública de pequeno porte, instalação portuária de turismo) e mantidas as vinculações governamentais das instalações portuárias fluviais e lacustres ao Ministério dos Transportes e das instalações portuárias marítimas à SEP/PR, além da subordinação regulamentar à ANTAQ. A inovação do novo marco legal reside nos aspectos que visam à expansão do setor através da reformulação das regras de abertura à iniciativa privada.

A classificação dos portos não se baseia unicamente na localização geográfica do porto (se em mar, rio ou lago), e sim nas linhas de navegação que estão aptos a receber. Além de portos localizados no mar, portos que se localizam em rios, mas estão aptos a receber linhas de navegação oceânica, também são considerados “marítimos”. São os casos dos Portos de Manaus, Santarém e Estrela, localizados em rios, são classificados como “marítimos” e estão sob ingerência da SEP.

No que tange à gestão dos resíduos sólidos de embarcações, cabe destacar a Convenção MARPOL 73/78, a Lei 9.666/2000, a RDC ANVISA 72/2009 e a Resolução ANTAQ 2.190/2011. A Convenção MARPOL 1973/1978 é a mais importante convenção internacional sobre a poluição marítima global, estabelecendo em seis anexos e 25 regras para prevenir, minimizar e eliminar os vários aspectos da poluição causada por navios. Entre

outros preceitos, prevê que todas as embarcações com arqueação bruta igual ou superior a 400 toneladas e aquelas certificadas para transportar 15 pessoas ou mais devem ter "Plano de Gestão de Lixo", a ser seguido pela tripulação e elaborado conforme diretrizes da IMO sobre coleta, armazenamento, processamento e descarga de lixo.

A Resolução ANTAQ 2.190/2011 é a principal norma sobre gestão de resíduos de embarcação no Brasil, disciplinando especificamente sobre a prestação de serviços de retirada dos resíduos dos navios, a ser feito por empresas privadas previamente cadastradas.

Já a Resolução ANTAQ 2.190/2011 não traz propriamente uma classificação dos resíduos de embarcações, apenas os define como “resíduos sólidos, semissólidos ou 78 pastosos e líquidos gerados durante a operação normal da embarcação, tais como: resíduo hospitalar ou de saúde, água de lastro suja, água oleosa de porão, mistura oleosa contendo químicos, resíduos oleosos (borra), água com óleo resultante de lavagem de tanques, crosta e borra resultantes da raspagem de tanques, substâncias químicas líquidas nocivas, esgoto de águas servidas, lixo doméstico operacional, resíduos de limpeza de sistemas de exaustão de gases e substâncias redutoras da camada de ozônio.

Constata-se na cidade de Manaus, ações pontuais como a do Governo do Amazonas por meio do IPAAM (2019):

O Governo do Estado iniciou ação de sensibilização para combater o despejo irregular de resíduos sólidos nos rios da região. A iniciativa tem como foco abordar turistas e funcionários de embarcações que sairão da capital em direção ao município de Parintins (a 369 km de Manaus), rumo ao Festival Folclórico.

A ação, que faz parte da campanha “Dois Pra Lá, Dois Pra Cá” coordenada pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (Ipaam) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema). Ao longo de todo o dia, técnicos da Sema e Ipaam estão fazendo orientação e fixando materiais de educação ambiental nos barcos na Manaus Moderna, centro da capital.

A responsável pela embarcação PP Maués IV, Ana Raquel Tavares, informou que ficou muito feliz com a campanha, pois todos os anos faz questão de fazer a sensibilização com os passageiros do seu barco para que não seja jogado nenhum tipo de resíduo no rio. “Neste ano, nós conseguimos 6 barris para que os passageiros consigam descartar suas

latinhas e no final da viagem daremos um final correto para elas. É importante lembrar que devemos proteger nosso rio”, destacou.

A ANVISA, por meio da RDC nº 56/2008, apresenta uma classificação específica para ambientes portuários e locais com características similares, que abrange outras disposições anteriores que tratam exclusivamente dos resíduos gerados nestes ambientes.

Grupo A: São os resíduos que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos, consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.

Grupo B: São os resíduos que contém substâncias químicas que possam apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.

Grupo C: São os resíduos radioativos.

Grupo D: São os resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

Grupo E: São resíduos específicos com características perfurocortantes ou escarificantes. Esta classificação é muito semelhante à classificação proposta pela agência para os resíduos de serviços de saúde (RSS), através da RDC nº 306/2004, porém adaptada às características e necessidades do setor portuário (BURATTO, 2013).

Porto da Ceasa

Segundo Augusto (2009), entende-se por porto o local abrigado, no litoral, ou à margem de um rio, lago ou lagoa que possui infraestrutura adequada para realizar operações de carga e descarga, armazenagem de mercadorias, entre os modais de transporte rodoviário, ferroviário e marítimo. Estes empreendimentos são elos das cadeias logísticas que integram fluxos de transporte de mercadorias entre regiões diferentes, gerando influências que se estendem muito além de seus locais de instalação (JUNIOR, 2009).



Figura 65. Porto da Ceasa.

O porto de embarque da Ceasa, que reúne um terminal flutuante de passageiros, uma rampa de acesso e uma moderna feira com 70 boxes cobertos, situado na BR-319, entre a Vila Buriti e a Vila da Felicidade.

O terminal, com 15 metros de frente por 35 m de fundo e área total de 1.050 m², construídos sobre uma balsa, conta com área de espera. Dividido em duas partes iguais, ele passa a atender as duas associações que fazem o transporte de passageiros entre a Ceasa e o Careiro da Várzea, que são a Associação dos Canoeiros dos Portos da Ceasa e do Careiro da Várzea e a Cooperativa Encontro das Águas, sendo que cada uma destas associações poderá atracar até três barcos do tipo a jato ou expresso.

A operação portuária é composta de uma série de atividades que regularmente geram resíduos sólidos, dentre elas a de movimentação de carga e durante o transporte dos passageiros. Os complexos portuários geralmente dispõem de ambientes onde é oferecido o serviço de alimentação, nesse da Ceasa constam as lancherias, bares e boxes com vendas de pescados.

Na visita foi possível observar a geração de resíduos tipo D durante o transporte dos passageiros e do carregamento dos veículos nas balsas, constatou-se a disposição

inadequada dos resíduos sólidos recicláveis, conforme podem ser observadas nas figuras a seguir.



Figura 66. Resíduos recicláveis tipo D dispostos inadequadamente.



Figura 67. Resíduos recicláveis tipo D dispostos inadequadamente na área próxima às embarcações.



Figura 68. Resíduos recicláveis tipo D encontrados na saída da balsa amarela.

Observou-se que o armazenamento dos resíduos é acumulado próximos aos pontos de geração sem estrutura adequada, normalmente disposto em sacos ou dispostos diretamente sobre o solo ou arremessados no corpo d'água (Figura 69).



Figura 69. Resíduos tipo D lançados no corpo d'água.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados.** Resolução nº 56, de 06 de agosto de 2008.

AMAZONAS. **Sensibilização sobre o descarte correto dos resíduos sólidos.** [Disponível em: amazonas.am.gov.br](https://amazonas.am.gov.br). Acesso em 12 de Dez de 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA Resolução nº 357, 17 de março de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de março de 2005.

BURATTO, Vinicius Muller. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em complexos portuários.** 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CARVALHO JÚNIOR, F. Humberto. **Proposta de um novo modelo para gerenciamento de resíduos sólidos de portos marítimos.** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

GATO GUIMARÃES, DIOGO. **Avaliação do conflito entre pescadores e jacarés na Área de Proteção Ambiental “Ilha do Careiro Lago do Rei” – Amazônia Central Brasileira.** 2019. 64 pp. Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS, 2019.

MALDONADO, Luiz Henrique; WENDLAND, Edson Cezar e PORTO, Rodrigo de Melo. **Avaliação de métodos de baixo custo para medição de vazão em córregos.** *Rev. Ambient. Água* [online]. 2015, vol.10, n.2, pp.402-412..

ODINETZ-COLLART, O. & L.C MOREIRA. (1993). **Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro).** *Amazoniana*, Manaus, 12 (3/4): 399-413.

PORTALAMAZONIA. **Amazonas começa a reconhecer potencial comercial do mapará.** Disponível em: [https:// portalamazonia.com](https://portalamazonia.com). Acesso em 30 de dezembro de 2020.

RAYNOR, A. C; BINGHAM, H. G; CAFFEE, H. H; DELL, P. (1983). **Alligator bites and related infections.** *J Fla Med Assoc.* 70:107-110.

SEPROR. **Sepror participa da abertura da Pesca do Mapará no Lago do Rei, no município de Careiro da Várzea.** Disponível em: <https://http://www.sepror.am.gov.br>. Acesso em 30 de dezembro de 2020.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro.** 1954. Reimpressão, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

ISBN: 978-65-00-24036-8

CRL



9 786500 240368



UEA
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS