



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PRISCILLA TATIANNNA FERNANDES BEZERRA

ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DA OBRA DE DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR
304/RN – RETA TABAJARA EM SEU CRUZAMENTO COM O LEITO DO RIO
JUNDIAÍ/RN.

Natal
2020

ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DA OBRA DE DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR
304/RN – RETA TABAJARA EM SEU CRUZAMENTO COM O LEITO DO RIO
JUNDIAÍ/RN.

Monografia apresentada ao curso de Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Felipe Farias.

PRISCILLA TATIANNA FERNANDES BEZERRA

ANÁLISE INTERFERÊNCIA DA OBRA DE DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR 304/RN
– RETA TABAJARA EM SEU CRUZAMENTO COM O LEITO DO RIO JUNDIAÍ/RN.

Monografia apresentada ao curso de Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Profa. Dra. Juliana Felipe Faria.

Aprovado em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Juliana Felipe Farias

Prof. Dr. Paulo Cesar de Araújo

Dra. Joyce Clara Vieira Ferreira

Natal
2020

Aos meus filhos, Cauã e Beto.
Muita luz!

AGRADECIMENTOS

À Zago Consultoria, pela gestão flexível de horários para com a grade curricular do curso de geografia.

A Profa. Dra. Juliana Felipe Farias, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da Banca examinadora Prof. Dr. Paulo Cesar de Araújo e a Dra. Joyce Clara Vieira Ferreira, pelo tempo e valorosas colaborações e sugestões.

Ao time da BR 304, que não me deixou virar gato do Centro de Convivência.

A Flávia Mitzy, pelo apoio com as crianças para que eu pudesse assistir as aulas noturnas.

A Gustavo Seijo, pelo apoio e análise dessa pesquisa.

Aos meus pais e irmãos por serem o alicerce da minha vida.

Aos meus filhos por me mostrarem o sentido da minha existência.

Ao meu amor Gleidson, por nunca soltar a minha mão.

A todos muitíssimo obrigada!

“Saber finalizar uma fase da vida requer tanta sabedoria quanto para iniciar” (Pe. Fábio de Melo).

RESUMO

A análise da interferência das obras rodoviárias nos corpos hídricos é de fundamental importância devido ao processo crescente de expansão das cidades, e por consequência de seus acessos. Esse fenômeno é impulsionado por programas governamentais, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que integra a duplicação da BR304 - Reta Tabajara a qual cruza dois corpos hídricos, o rio Pitimbu e o Jundiá. Tais obras requerem a supervisão ambiental afim de mitigar os efeitos decorrentes de seus impactos, já que, a execução de obras rodoviárias gera resultados negativos e impactos significativos ao meio ambiente. O presente estudo visa analisar a interferência dessa obra em seu cruzamento com o rio Jundiá, na construção da ponte sobre o mesmo, visto que essas estruturas são parte essencial do anel viário e fazem parte das obras de arte especiais que estão sujeitas a diversas patologias da construção, gerando problemas aquáticos e terrestres, provenientes da falta de programas preventivos, na maioria dos casos. As abordagens são dadas pela tentativa de compreender o impacto de uma obra rodoviária, no recurso hídrico, através da análise e monitoramento dos parâmetros químicos de temperatura, pH, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos, acompanhamento do passivo ambiental gerado após supressão vegetal na área e o diagnóstico hídrico do Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI. Para análise hídrica, foram executadas coletas anuais ao longo da execução da obra, entre os anos de 2014, com uma coleta para Background dos parâmetros químicos, até 2019, em pontos arbitrados e georreferenciados a jusante e montante da ponte existente sobre o rio; o acompanhamento do passivo ambiental foi executado anualmente através da verificação in loco; e por fim, para a geração do NDWI levou-se em consideração imagens aéreas de antes e após a limpeza mecânica no leito do rio. Verificou-se que de forma geral, de acordo com os dados obtidos nas análises químicas, monitoramento do passivo ambiental e NDWI, as atividades provenientes da obra de construção da ponte sobre o rio causam influência visível na qualidade ambiental do rio Jundiá, até o fim desse estudo. Entretanto, ações de fiscalização e monitoramento são imprescindíveis para a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pela obra. Palavras-chaves: Obra Rodoviária; Rio Jundiá; Passivo ambiental.

ABSTRACT

The analysis of the interference of road works in water cups is of fundamental importance due to the growing process of expansion of cities, and as a result of their accesses. This phenomenon is driven by government programs, such as the Growth Acceleration Program (PAC), which includes the duplication of BR304 - Reta Tabajara, which crosses two water bodies, the Pitimbu River and the Jundiaí River. Such works require environmental supervision in order to mitigate the effects resulting from their impacts, since the execution of road works generates negative results and significant impacts on the environment. The present study aims to analyze the interference of this work in its crossing with the Jundiaí river, in the construction of the bridge over it, since these structures are an essential part of the beltway and are part of the special works of art that are subject to several pathologies of the construction, generating aquatic and terrestrial problems, resulting from the lack of preventive programs, in most cases. The approaches are given by the attempt to understand the impact of a road work, on the water resource, through the analysis and monitoring of the chemical parameters of temperature, ph, electrical conductivity and dissolved solids, monitoring of the environmental liability generated after vegetation suppression in the area and the water diagnosis of the Differentiated Water Normalization Index – NDWI. For water analysis, annual collections were carried out during the execution of the work, between 2014, with a background collection of chemical parameters, until 2019, at arbitrated and georeferenced points downstream and upstream of the existing bridge over the river; the monitoring of environmental liabilities was carried out annually through on-the-spot verification; and finally, for the generation of NDWI, aerial images of before and after vegetation suppression in the riverbed were taken into account. It was found that in general, according to the data obtained from chemical analyzes, monitoring of environmental liabilities and NDWI, the activities resulting from the construction work of the bridge over the river cause a visible influence on the environmental quality of the Jundiaí River, until the end of this study. However, inspection and monitoring actions are essential to mitigate the environmental impacts caused by the work.

Keywords: Road Works; Jundiaí River; Environmental liability.

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de Localização do empreendimento.....	18
Figura 2. Pedologia do local em estudo, com evidências do assoreamento.....	21
Figura 3. Material de solo escavado depositado para o preparo do subleito	21
Figura 4. Indivíduos de <i>Leptodactylus latrans</i> (rã-manteiga)	23
Figura 5. Indivíduos de <i>Amphisbaena alba</i> (cobra coral).....	23
Figura 6. Indivíduo (Piaba) encontrado na margem do rio.....	23
Figura 7. Árvores e arbustos distribuídos de forma degradada	23
Figura 8. Visão geral da flora local, com mata Ciliar e de Galeria	23
Figura 9. Vegetação aquática no leito do rio Jundiáí,.....	23
Figura 10. Mapa de Hidrografia do Rio Jundiáí	25
Figura 11. Visão Geral do trecho do rio Jundiáí inserido na obra de duplicação da BR304/RN	28
Figura 12. Acompanhamento da Supressão Vegetal na Área de Preservação Permanente do rio Jundiáí, lado esquerdo (sentido RN-CE)	29
Figura 13. Ponto Montante do rio Jundiáí. Coord. 0239220E/9351093N.....	33
Figura 14. Ponto Jusante do rio Jundiáí. Coord. 0239225E/9351145N	33
Figura 15. Retirada de água para análise dos multiparâmetros	34
Figura 16. Averiguação dos parâmetros com o medidor Hanna HI 9829 conectado a sonda de multiparâmetros	34
Figura 17 - Rio Jundiáí (Jusante)	35
Figura 18 - Rio Jundiáí (Montante).....	35
Figura 19. Resíduos sólidos a margem do rio.	36
Figura 20. Resíduos domésticos na margem do rio.	36
Figura 21. Plantas aquáticas e resíduos sólidos na base da ponte.	36
Figura 22. Mata ciliar degradada no leito do rio Jundiáí.	36
Figura 23. Mapa de Pontos de Coleta.....	38
Figura 24. Implantação da barreira de siltagem as margens do rio Jundiáí.....	48
Figura 25. Acompanhamento do passivo ambiental após a supressão vegetal. Data: 19/05/2016. Coord. (UTM): 239168/9351109.....	49
Figura 26. Leito do rio sob a ponte em processo de assoreamento.	49

Figura 27. Acompanhamento do passivo ambiental em abril de 2017. Data: 28/04/2017. Coord. (UTM): 239168/9351109	50
Figura 28. Acompanhamento do passivo ambiental em abril de 2018. Data: 12/04/2018. Coord. (UTM): 239168/9351109	50
Figura 29. Acompanhamento do passivo ambiental e Implantação da barreira de siltagem. Data: 24/01/2019. Coord. (UTM): 239168/9351109.	51
Figura 30. Índice de Normalização Diferenciada da água	52
Figura 31. Imagem aérea, 01 de novembro de 2018.....	53
Figura 32. NDWI, 10 de dezembro de 2018	54
Figura 33. Imagem aérea, 08 de fevereiro de 2019.....	55
Figura 34. NDWI, 02 de fevereiro de 2019	55

Lista de Tabelas

Tabela 1. Amostragens realizadas para coleta do material físico-químico	32
Tabela 3. Coordenadas dos pontos de coletas de dados para o Programa de Monitoramento dos Impactos Ambientais dos Recursos Hídricos Superficiais.	37
Tabela 4. Resultados do background e das análises anuais dos pontos a montante e jusante em análise.	37

Lista de Quadros

Quadro 1. Fichas de Campo de Levantamento e Caracterização da Área	35
Quadro 2. Ficha de cadastro para passivo ambiental, grupo II, segundo ao Manual para Atividades Rodoviárias, 2016.	47

Lista de Equação

Equação 1. Índice de Normalização Diferenciada da água	52
--	----

Sumário

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. ÁREA DE ESTUDO	16
2.1. Informações do Empreendimento	16
2.2. Caracterização Ambiental	19
2.2.1. Aspectos Físicos Natural	19
2.2.1.1. Geologia e Geomorfologia.....	19
2.2.1.2. Solo	20
2.2.1.3. Fauna e Flora	21
2.2.1.4. Clima	24
2.3. Bacia Hidrográfica	24
2.4. Rio Jundiáí	27
2.4.1. Supressão Vegetal	28
3. ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL.....	31
3.1. Monitoramento do Recurso Hídrico.....	31
3.3.1. PH.....	39
3.2.2. Temperatura	40
3.2.3. Condutividade Elétrica	41
3.2.4. Sólidos Dissolvidos Totais	42
3.2. Monitoramento do Passivo Ambiental	43
3.3. Análise Hídrica	51
4. Conclusão.....	58
REFERÊNCIAS.....	60



Fonte: Acervo pessoal.

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais, através da poluição ou contaminação, configura-se normalmente como impacto ambiental resultante do uso e ocupação inadequados do solo no entorno de corpos hídricos. Agravada pela implantação de empreendimentos rodoviários, industriais ou de qualquer outra natureza potencialmente capaz de causar alterações e adversidades à qualidade da água e aos demais componentes da biota aquática envolvidos.

No âmbito de qualquer ecossistema, o recurso natural água se apresenta como fator essencial à realização e manutenção dos processos biológicos vitais à sobrevivência dos organismos vivos, estando intimamente relacionado aos processos de reprodução, divisão e nutrição celular, bem como ao abastecimento das populações humanas.

O planejamento e o grau de comprometimento dos órgãos públicos e dos usuários do rio determinarão o grau de risco de contaminação por fontes pontuais ou difusas de poluição, tais como: esgotos domésticos, deflúvio superficial agrícola e urbano, além de efluentes industriais (MORAES ET AL.; 2014).

Os projetos rodoviários e de engenharia promovem interferência no meio ambiente causando modificações, muitas vezes intensas, que resultam em uma resposta do meio ambiente. Essas intervenções podem gerar riscos, maiores ou menores, dependendo basicamente da capacidade de resistência do meio ao impacto da obra e dos cuidados preventivos propostos ao longo das fases do projeto (SANCHEZ, 2013).

A análise da interferência da obra de Duplicação da Rodovia BR 304/RN - Reta Tabajara em seu cruzamento com leito do rio Jundiaí, objetiva compreender o impacto ambiental gerado pela obra rodoviária na área vinculada ao estudo.

Para a realização do objetivo principal foram determinadas três vertentes de compreensão, objetivos específicos, para que somados e relacionados, possamos ter a visão geral do impacto gerado pela obra em questão. Sendo assim, visto analisar e monitorar os parâmetros químicos de Temperatura, PH, Condutividade Elétrica e Sólidos Dissolvidos Totais em 5 coletas ao longo da implantação da obra, acompanhar

o passivo ambiental gerado e as medidas mitigadoras adotadas ao longo do processo e verificar o Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI, após a supressão vegetal no leito do rio.

O trabalho está dividido de forma a compreender as etapas do impacto de uma obra rodoviária, nos recursos hídricos, ao longo de sua execução. Iniciamos com a introdução a pesquisa, no capítulo 1, na caracterização da área de estudo temos a compreensão do empreendimento, a caracterização socioambiental, levantando seus aspectos físico natural e socioeconômicos, e a abordagem do rio Jundiáí em seu contexto na Bacia Hidrográfica e após a supressão vegetal em seu leito de cruzamento com a obra em análise (capítulo 2), o acompanhamento e monitoramento do impacto ambiental é dado através da análise química da água pelos parâmetros de PH, Temperatura, Condutividade Elétrica e Sólidos Dissolvidos Totais, o monitoramento do passivo ambiental gerado pela obra e suas medidas mitigatórias, e o processamento de imagens para a obtenção da umidade da área após a supressão vegetal da mata ciliar, utilizando o Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI (capítulo 3). No capítulo 4, o trabalho é encerrado com a discussão das análises geradas ao longo do estudo e a conclusão do dimensionamento do impacto da obra rodoviária em questão no seu eixo de cruzamento com o rio Jundiáí.



Fonte: Acervo pessoal.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. Informações do Empreendimento

A BR 304/RN é uma rodovia federal brasileira que conecta o Rio Grande do Norte ao Ceará. A obra de adequação de Duplicação da Rodovia BR 304/RN – Reta Tabajara, é um empreendimento que integra o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), uma obra de Utilidade Pública com importância para o desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Norte e para a Região do Nordeste brasileiro.

É uma rodovia de pista simples, com sete metros de plataforma, e acostamento com largura média de dois metros, e teve sua construção a partir de 1960, pelo Batalhão de Engenharia do Exército Brasileiro, compreendendo os municípios de Parnamirim e Macaíba, os municípios que compreendem a área de influência indireta.

Devido à exaustão de sua infraestrutura e aumento do tráfego, a rodovia registra altos índices de acidentes, sendo umas das rodovias com os maiores índices do Estado do Rio Grande do Norte. A Rodovia BR-304 não comporta o elevado fluxo de veículos atual, tal fato contribui diretamente para o elevado índice de acidentes registrados a cada ano, muitas vezes ocasionando vítimas fatais.

Nessa perspectiva, a BR foi inserida dentro das prioridades do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). O DNIT contratou a elaboração de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) para analisar as condições operacionais da Rodovia BR-304/RN e a viabilidade técnica, econômica e ambiental de obras de melhorias. O estudo concluiu pela necessidade de adequação de capacidade, inclusive no tocante a duplicação da pista de rolamento e a implantação de vias marginais.

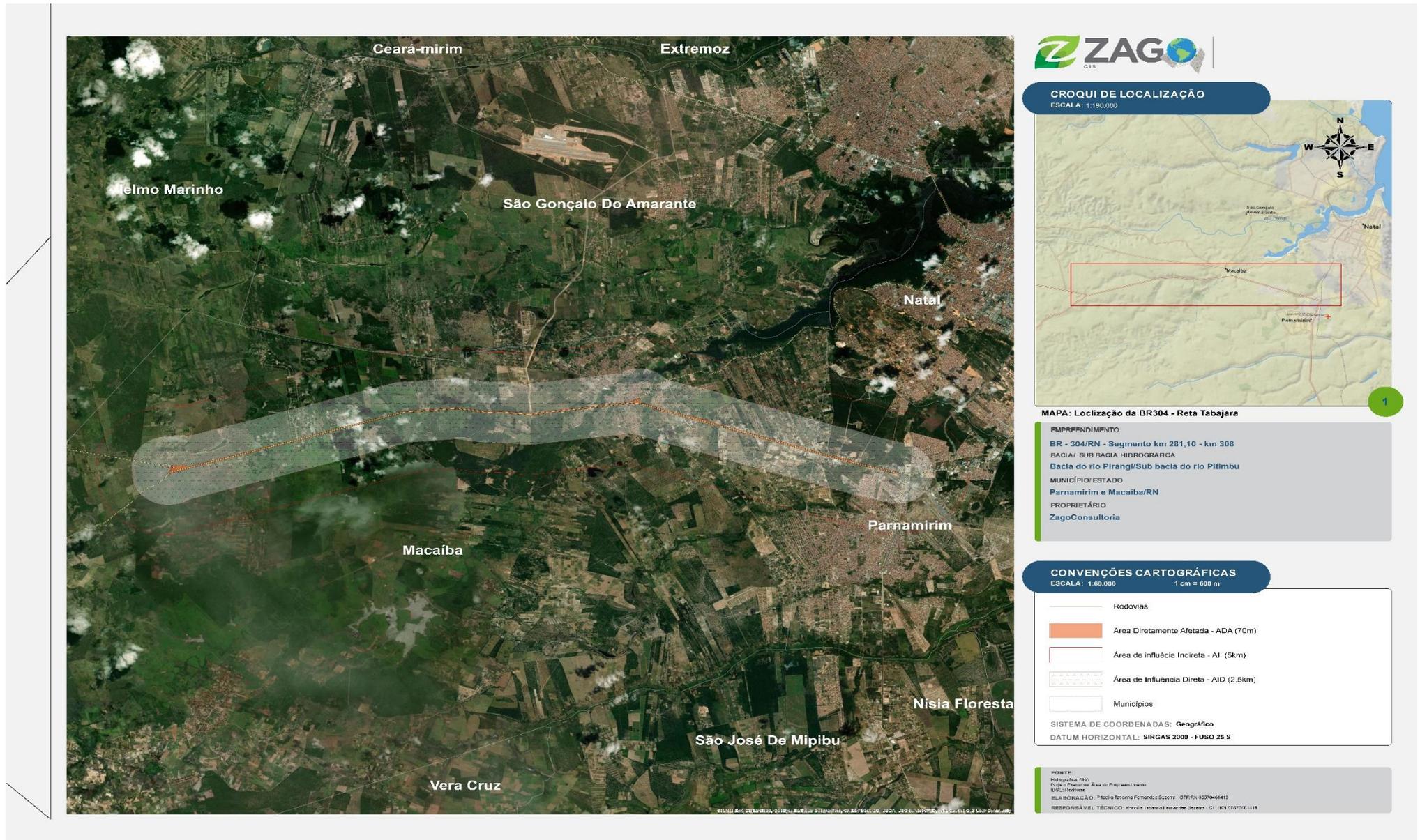
O segmento entre o km 281,0 ao km 308,0, totalizando 26,9 Km, foi considerado como crítico pelo estudo, uma vez que é de circulação para as entradas Sul e Oeste da Região Metropolitana de Natal, proporcionando, ainda, o acesso à Rodovia BR-101 e, desta forma, a municípios vizinhos, como Parnamirim, São José do Mipibu, Nísia Floresta, Goianinha e Canguaretama, ambos dentro do Estado do RN.

Diante desse fato, foi vital a criação e planejamento de um programa de obra para a Adequação de Capacidade, Restauração, Segurança de Tráfego e Eliminação de Pontos Críticos no seguimento entre os Km 281 ao Km 308 (Figura 01). As obras compreendem a implantação de uma nova plataforma de rolagem duplicando a rodovia existente, implantação de obras de arte especiais, melhorias na iluminação pública do segmento, construção de vias marginais e a pista de rolagem da rodovia.

A Obra de Arte Especial - OAE do rio Jundiáí, objeto de estudo desse trabalho, localiza-se na estaca 742, com coordenadas UTM 239183/9351082, e faz parte das oito OAE's previstas no projeto executivo do empreendimento, essa contém a duplicação da ponte existente e reconstrução da mesma, tornando assim uma pista duplicada para o melhor escoamento do tráfego.

Bezerra, Priscilla T. Fernandes'

Figura 1. Mapa de Localização do empreendimento.



2.2. Caracterização Ambiental

2.2.1. Aspectos Físicos Natural

2.2.1.1. Geologia e Geomorfologia

A área em estudo está localizada na Bacia Potiguar, localizada no extremo leste da Margem Equatorial Brasileira, abrangendo parte dos do rio Grande do Norte e Ceará, inserida em sua maioria no Rio Grande do Norte. É limitada a noroeste pelo Alto de Fortaleza, separando-a da Bacia do Ceará; a leste, pelo Alto de Touros; a norte e noroeste pelo Oceano Atlântico, até a isóbata de 2.000 m e a sul e sudoeste pelos litotipos do embasamento cristalino. Esta Bacia representa um rift intracontinental em sua porção emersa e uma bacia tipo pull-apart em sua porção submersa (Neves, 1987), e desenvolveu-se sobre o substrato de rochas pré-cambrianas pertencentes à Província Borborema (Almeida e Hasui, 1984).

O arcabouço estrutural da bacia Potiguar foi gerado a partir do rifteamento da Godwana. Sendo assim, o estágio sin-rift I seria o início da deformação distensional, com a sedimentação na “Depressão Afro-Brasileira”. O estágio sin-rift II caracteriza-se pelo desenvolvimento de bacias rifte intracontinentais, controladas por falhas de rejeito normal, formando hemi-grabens assimétricos (período de geração de todos os rifts Crétáceos do Nordeste brasileiro). No estágio seguinte, sin-rift III, há uma grande mudança na cinemática do rift na Bacia. O processo distensivo começa a concentrar a deformação ao longo da futura margem continental. Este evento provoca um deslocamento do eixo de rifteamento para a porção emersa, que passa a se comportar como ombreira do novo rift. A fase pós-rift é marcada pela passagem gradativa de sistemas deposicionais continentais para marinho, com subsidência térmica. Com a continuidade do processo acima descrito foi iniciada uma fase de margem passiva correspondente a fase Drift, a qual é marcada por compreender toda a sedimentação marinha da bacia.

Estratigraicamente o registro sedimentar da Bacia Potiguar foi subdividida em três Supersequências: uma Supersequência Rifte, depositada no Cretáceo inferior, uma Supersequência Pós Rifte, depositada durante o Andar Alagoas; e uma Supersequência Drifte, depositada entre o Albiano e o Recente (Pessoa Neto, 2007).

2.2.1.2. Solo

A mistura de partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicas, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam grande parte do manto superior do planeta é denominada solo, o qual contém matéria viva modificada pela ação antrópica (EMBRAPA, 2018).

O Rio Grande do Norte possui os solos classificados como: latossolos, neossolos, luvissolo, chernossolos, argissolos, cambissolos eutróficos, planossolos e mangues.

A faixa em estudo é constituída pelos latossolos vermelho-amarelos, onde estende-se por quase todo o litoral do Rio Grande do Norte. Esse tipo de solo é caracterizado por solos profundos ou muito profundos, acima de um metro, devido ao seu alto grau de intemperização, dado pelas transformações da rocha matriz e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Possuindo uma distinção nítida de classificação devido a suas cores, entre tons avermelhados ou amarelados.

Possuem um alto teor de argila e, mesmo com essa característica, possuem uma porosidade acentuada, bem drenados e com baixo teor de matéria orgânica. Sua textura varia conforme o grau de argila presente, em torno de 15% a mais de 80%.

São encontrados latossolos vermelho-amarelos dos tipos concrecionários, com nódulos ou concreções, e cascalhentas, com altas frações grosseiras.

Seu uso é dado principalmente para a agricultura ou pastagem com limitações de cultura, devido a sua limitação química em profundidade. As culturas mais comuns são a cana-de-açúcar, fruticultura (jaca, manga, banana, sapoti, citros, coco, acerola), alguma pastagem plantada (capins braquiária, pangola e elefante), cultura da mandioca e algumas culturas de maracujá e inhame. Apresentam baixa fertilidade e para isso é necessário adubação e calagem, para equilibrar a fertilidade natural.

As Figuras 02 e 03, mostram a pedologia local após o processo de escavação, para a retirada de solo mole, atividade de aplainamento do solo e escarificação a fim de aterrar o terreno com solo escavado para atingir a densidade do subleito, para os alicerces da ponte.

Figura 2. Pedologia do local em estudo, com evidências do assoreamento.



Figura 3. Material de solo escavado depositado para o preparo do subleito. A imagem mostra um terreno escavado com solo arenoso e pedregoso, com vegetação verde no fundo e uma data de 2020/1/10 09:56 no canto inferior direito.



Fonte: Pesquisa de campo.

2.2.1.3. Fauna e Flora

A Mata Atlântica é constituída por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendem originalmente por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro (GOMES, et al., 2011; IBGE, 2012). Atualmente os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Apenas cerca de 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares (MMA, 2012).

Mesmo reduzida e espaçada, relata-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil), contendo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Essa riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa) e por isso essa vegetação é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial. Em

relação à fauna, os levantamentos já realizados indicam que a Mata Atlântica abriga 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes. Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, tem importância vital para aproximadamente 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio, onde são gerados aproximadamente 70% do PIB brasileiro, prestando importantíssimos serviços ambientais.

O bioma possui um histórico de devastação que se inicia com a vinda dos europeus para o continente e a exploração desfredda do pau-brasil. Paralelamente ao uso do Pau-brasil, foram implantados engenhos de cana-de-açúcar, contribuindo substancialmente para a devastação da Floresta Atlântica. Na Zona da Mata Nordestina, o primeiro local ocupado pelos colonizadores, a floresta foi completamente devastada e em seu lugar surgiram extensos canaviais.

Podemos observar a fauna local nas Figuras 04 a 08, os indivíduos abaixo foram resgatados durante a supressão vegetal e limpeza mecânica, a espécie de *Leptodactylus latrans* (Rã-manteiga), é uma espécie comumente associadas a áreas abertas ou bordas de matas, sobretudo a ambientes alterados. Podem ser consideradas como espécies bioindicadoras de ambientes degradados ou que possuem algum nível de antropização.

Nas a Figuras 07 a 09, observamos a flora em torno do rio, onde temos a mata Ciliar e de Galeria, nos locais não suprimidos, gramíneas e árvores arbustivas distribuídas de forma espaçada, ao longo da margem, vegetação aquática e rudeiral, comunidades vegetais que se desenvolvem em ambientes fortemente perturbados pela ação humana.

Bezerra, Priscilla T. Fernandes

Figura 4. Indivíduos de *Leptodactylus latrans* (rã-manteiga).



Figura 6. Indivíduo (Piaba) encontrado na margem do rio.



Figura 8. Visão geral da flora local, com mata Ciliar e de Galeria.



Figura 5. Indivíduos de *Amphisbaena alba* (cobra coral).



Figura 7. Árvores e arbustos distribuídos de forma degradada.



Figura 9. Vegetação aquática no leito do rio Jundiá.



Fonte: Pesquisa de campo.

2.2.1.4. Clima

O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos que traduz um determinado estado médio da atmosfera em um dado local, o que para Koppen Apud Silva (2004), é determinado como, “o somatório das condições atmosféricas de um determinado lugar”.

O estado do Rio Grande do Norte encontra-se nas proximidades da linha do equador, devido a esse fator tem-se um clima quente com temperaturas elevadas durante todo o ano, incidência solar e baixa amplitude térmica. possui três tipos climáticos, que segundo a classificação de Koppen, observamos na metade leste da bacia a predominância do tipo As' , na porção centro-oeste, predomina o tipo $BSs'h'$ e , no extremo oeste, perfazendo cerca de 10% da área total da bacia, o tipo $BSw'h'$ (IGARN, 2009).

Devido ao clima úmido do Estado está localizado na faixa litorânea entre os municípios de Baía Formosa ao de Nísia Floresta, o Instituto Nacional de Meteorologia, classifica-o como o segundo mais quente do Brasil, possuindo 90,6% do seu território, no Polígono das Secas.

A área em estudo localiza-se na região litorânea leste, tipo As' , com um clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa no inverno, com temperaturas médias na casa dos $24^{\circ}C$ e os índices pluviométricos registrados são de 1.000 mm decaindo no sentido costa-interior onde atinge 600 mm/ano.

2.3. Bacia Hidrográfica

O estado do Rio Grande do Norte está situado na região Hidrográfica Atlântico Nordeste oriental, a qual pertence as unidades administrativas dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Alagoas. Possui sua malha hídrica contempladas pelas seguintes bacias hidrográficas: Apodi/Mossoró, Piranhas/Assu, Boqueirão, Punaú, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Doce, Potengi, Pirangi, Trairi, Jacu, Catu, Curimataú, Graju, Frente Litorânea Norte de Escoamento Difuso, Frente Litorânea Leste de Escoamento Difuso (XAVIER e BEZERRA, 2005).

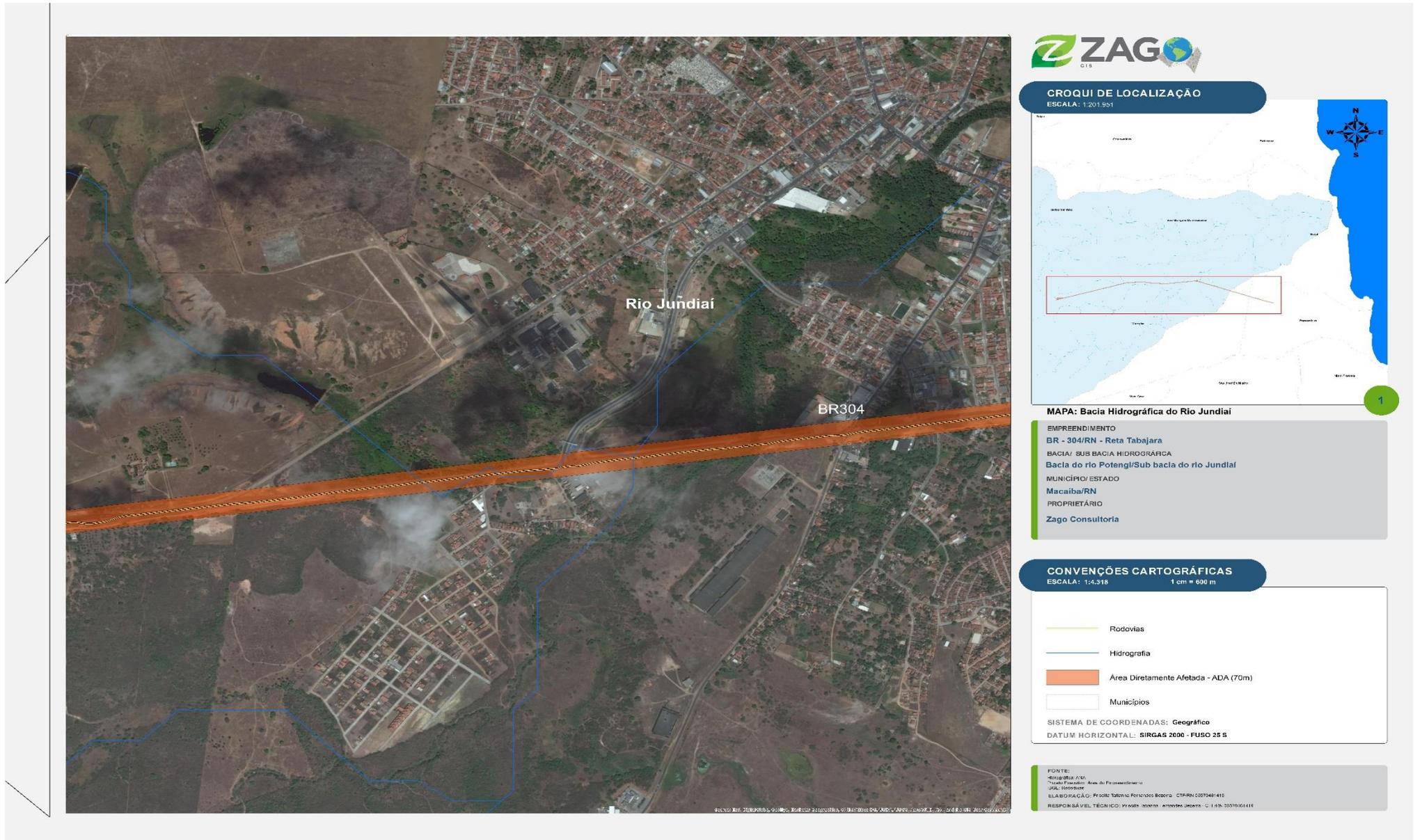
A bacia hidrográfica do rio Potengi (), possui uma extensão de 180 quilômetros contemplando 19 municípios potiguares e uma área de 4093,00 km², por parte das

mesorregiões Central, Agreste e Leste do Estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas geográficas 5°42' e 6°12' de latitude Sul e 35°11' e 36°23' de longitude Oeste.

A drenagem da bacia do Potengi tem sua direção de escoamento de maneira exorréica desaguardo no mar e apresenta padrão dendrítico. Sua nascente está localizada na Serra de Santana, no município de Cerro Corá. Se estende de oeste para leste, com medidas de 135km e de norte a sul 50km, o que torna a bacia com características longitudinais. Limita-se ao sul com a bacia do Rio Jacu e ao norte com a bacia do Rio Ceará Mirim, desaguardo no Oceano Atlântico em Natal, formando o maior estuário do Estado (Souza, 2017).

A referida bacia (Figura 10) localiza-se na porção do nordeste setentrional brasileiro no estado do Rio Grande do Norte e cobre 9 municípios na porção centro-leste do estado incluindo a capital Natal com população estimada de 885.180 pessoas (IBGE, 2017). Possuindo características de uso e ocupação diferenciados em toda a sua bacia oriunda das pressões e impactos gerados pela intervenção humana, seu ecossistema é rico em diversidade de sua fauna.

Figura 10. Mapa de Hidrografia do Rio Jundiáí.



2.4. Rio Jundiáí

O rio Jundiáí, de acordo com o Sistema Hídrico Estadual, está inserido na bacia hidrográfica do rio Potengi, localizada nas mesorregiões Leste e Agreste do estado do Rio Grande do Norte, apresentando uma área de contribuição de 803 km, e situa-se inteiramente no Estado do RN, entre os municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo, Monte Alegre, Vera Cruz, Sítio Novo, Tangará, Serra Caiada, Senador Elói de Souza e Bom Jesus (IDEMA, 2001).

O rio Jundiáí nasce, em terreno cristalino, na serra Chata, município de Sítio Novo – RN, a uma altitude de 280 metros e tem a extensão total do seu curso de aproximadamente 85 Km e uma vazão média aproximada de 5m³/s (TRANCOSO, 2012). Ao longo de seu percurso, o rio se caracteriza como drenagem intermitente, em decorrência da irregularidade e reduzida pluviosidade da região afetada pelas estiagens. No baixo curso, próximo à Macaíba, à 7 km da desembocadura no oceano Atlântico, apresenta-se perene, pois recebe aporte do aquífero Barreiras (GURGEL, 2017).

No trecho em estudo, o rio está em seu baixo curso, entorno da cidade de Macaíba, entre as Coordenadas (UTM) 239168/9351109, os principais contribuintes são os riachos da Prata/Guarapes, das Quintas, do Baldo, do Carvão, do Fundão e do Pedro. A antropização no local, oriundos da ocupação e crescimento de forma horizontal no entorno da cidade, junto ao lançamento in natura de esgotos domésticos e indústria têxtil, além de lixo urbano e matadouros clandestinos da região, evidencia problemas ambientais no curso d'água (GUEDESA, 2005).

Esse rio, Figura 11, em seu cruzamento pelo município de Macaíba, é extremamente poluído, sendo um receptor de esgotos e de resíduos sólidos, além do intenso processo de retirada da mata ciliar ao longo de sua extensão, muita dessa retirada é oriunda do processo de construção e expansão urbana.

Figura 11. Visão Geral do trecho do rio Jundiá inserido na obra de duplicação da BR304/RN



Fonte: Pesquisa de campo.

2.4.1. Supressão Vegetal

A retirada da vegetação nativa para execução da ponte do rio Jundiá () é embasada pela Autorização de Supressão Vegetal – ASVEG, nº 2015-083155/TEC/SVeg-0012, expedida pelo IDEMA em 08 de março de 2015. Entre fevereiro e março de 2016, apenas a margem esquerda (sentido RN-CE), foi retirada.

Dentro dos impactos causados pela obra, a supressão vegetal é uma atividade inerente à abertura de áreas e de preparo do solo ao longo da duplicação planejada. A sua execução corresponde a uma das primeiras ações a serem efetivadas, no início da obra, como observado na figura abaixo.

Bezerra, Priscilla T. Fernandes

Figura 12. Acompanhamento da Supressão Vegetal na Área de Preservação Permanente do rio Jundiáí, lado esquerdo (sentido RN-CE).



Fonte: Pesquisa de campo.

Apesar da supressão ter ocorrido, as atividades previstas para o trecho do Jundiáí não foram executadas. Devido a esse fato, deu-se a geração do passivo ambiental causado pela retirada da mata ciliar, promovendo o assoreamento do leito do rio gerado pela obra em análise.

Dentre os impactos causados pela obra, a supressão de vegetação é uma atividade inerente à abertura de áreas e de preparação do solo ao longo da duplicação planejada. A sua execução corresponde a uma das primeiras ações a serem efetivadas, no início das obras.

Esse impacto inicial entre tantos outros impactos causam a alteração de habitats, ocasionando a perda de ambientes e, também, promove o surgimento de novos habitats ao longo do trecho. Outros impactos indiretos são associados à remoção da cobertura vegetal, como o aumento da incidência de processos erosivos e, no caso de vegetação de matas ciliares, o risco de assoreamento dos cursos hídricos, assim é de fundamental importante o acompanhamento da evolução do passivo ambiental gerado, a fim de mitigar os efeitos negativos no curso d'água.



Fonte: Acervo Pessoal.

3. ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL

O presente capítulo abordará os processos de interferência da obra de duplicação da BR 304 – Reta Tabajara, em sua intervenção no rio Jundiáí, a partir da supressão vegetal que ocasionou a geração do passivo ambiental. Assim, teremos a utilização de três vertentes de análise como instrumentos metodológicos: o monitoramento do recurso hídrico pela análise físico química de quatro elementos (CONAMA, 2005), o monitoramento do passivo ambiental (DNIT, 2016) e análise hídrica através do Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI (Cardoso et al., 2007).

Com a retirada da vegetação na margem esquerda do rio e a formação do passivo ambiental, analisaremos a interferência da obra no leito do rio Jundiáí sobre três aspectos: o monitoramento do recurso hídrico, pela análise físico química de quatro elementos, o monitoramento do passivo ambiental e análise hídrica através do Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI.

O monitoramento do passivo ambiental é um instrumento de controle e avaliação, desde que realizado de forma regular. Objetiva compreender o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e as influências exercidas pelas atividades humanas com o intuito de subsidiar medidas de mitigação e controle das águas.

3.1. Monitoramento do Recurso Hídrico

A água é um recurso natural essencial para a vida, e sua vertente potável é um recurso finito e cada dia mais escasso devido as ações poluentes humanas através do crescimento populacional, uso agrícola, despejo de efluentes, poluição, destruição da mata ciliar e assoreamento dos corpos hídricos, sendo assim torna-se de extrema relevância o monitoramento dos impactos ambientais da duplicação da ponte sobre o rio Jundiáí.

Mediante os problemas que a água poluída pode causar, embasamos a importância das análises físico-químicas do corpo hídrico, para o levantamento de possíveis contaminações e alterações nas características dos ecossistemas aquáticos, a fim de mitigar os impactos ocasionados pela obra.

O rio Jundiá é um corpo hídrico que encontra-se em perímetro urbano, sofrendo interferência dos resíduos domésticos e industriais e degradação ambiental devido a obra de duplicação da Reta Tabajara, assim, a análise físico química, através dos parâmetros de PH, Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais e a Condutividade Elétrica é fundamental para a identificação e monitoramento da qualidade da água como formar de acompanhar e levantar informações afim de prevenir uma possível deterioração do corpo de água ao longo da implantação da nova ponte.

Metodologia

A metodologia desenvolvida para a análise físico química da água superficial no rio Jundiá foi pautada na coleta de amostras em pontos arbitrados e georreferenciados a jusante e à montante da ponte existente sobre o rio com amostragens anuais entre 2014 (Background) e 2019.

Foram amostrados 02 pontos (Tabela 01) no Rio Jundiá, sendo 01 ponto à montante (Figura 13) e 01 ponto à jusante da rodovia (Figura 14), com coletas anuais ao longo de toda pesquisa. Os parâmetros objeto da análise constam no Plano Básico Ambiental (PBA) e são os seguintes: PH, Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais e a Condutividade Elétrica.

Tabela 1. Amostragens realizadas para coleta do material físico-químico.

PONTO	LOCAL	COORDENADAS (UTM)	Data				
			Backgr ound	mar/16	mar/17	mar/1 8	ferv/20 19
Ponto Jusante	Rio Jundiá	0239225E/9351145N	16/12/ 2014	14/03/ 2016	09/03/ 2017	09/03 /2018	07/02/ 2019
Ponto Montante	Rio Jundiá	0239220E/9351093N	16/12/ 2014	14/03/ 2016	09/03/ 2017	09/03 /2018	07/02/ 2019

Figura 13. Ponto Montante do rio Jundiáí. Coord. 0239220E/9351093N.



Figura 14. Ponto Jusante do rio Jundiáí. Coord. 0239225E/9351145N.



Bezerra, Priscilla T. Fernandes

Como instrumento de referência para a determinação analítica dos parâmetros físico químicos, seguiu-se o disposto no Artigo 15 (Classe II) da Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

Foi utilizado um medidor multiparâmetro Hanna HI 9829 conectado a uma sonda multiparamétrica para medição in loco dos parâmetros destacados, nos pontos dispostos para análise. Na Figuras 15 e 16, demonstra-se a coleta de amostra da água do rio para a análise com o multiparametro (Fonte: Pesquisa de campo.).

Figura 15. Retirada de água para análise dos multiparâmetros.



Figura 16. Averiguação dos parâmetros com o medidor Hanna HI 9829 conectado a sonda de multiparâmetros.



Fonte: Pesquisa de campo.

Durante as coletas foram analisadas, também, o monitoramento visual nas adjacências do rio Jundiá com o intuito de caracterizar a área em questão, esse monitoramento foi executado como auxílio de uma ficha de campo (Quadro 1).

Quadro 1. Fichas de Campo de Levantamento e Caracterização da Área.

FICHA DE CAMPO PARA O LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA			
			
Figura 17 - Rio Jundiá (Jusante)		Figura 18 - Rio Jundiá (Montante)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Curso d'água	<input type="checkbox"/>	Lago, Reservatório
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Nascente
Nome do curso hídrico: Rio Jundiá			
Largura:		10 a 50 m	200 a 600 m
<input checked="" type="checkbox"/>	Até 10 m	50 a 200 m	> 600 m
Situação ambiental do corpo hídrico: vegetação ciliar ao longo do segmento de coleta, apresentando-se parcialmente degradada. Deposição de lixo urbano no trecho seco (de terra) abaixo do vão da ponte, o qual delimita as porções de montante e jusante.			
Existe fonte de contaminação:		<input checked="" type="checkbox"/> SIM (Descrever as fontes): resíduos sólidos urbanos nas proximidades do corpo hídrico.	<input type="checkbox"/> Não
Vegetação existente: gramíneas, árvores e arbustos distribuídos de forma degradada, ao longo do canal fluvial.			
Uso do solo: mata ciliar e mata de galeria.			
Ocupação do solo: extrato herbáceo, arbustivo e arbóreo.			
Outras observações: o trecho do rio vistoriado, objeto das coletas, apresentava baixa vazão, em virtude do período seco, além do risco de contaminação pela presença de resíduos sólidos depositados nas imediações do canal fluvial.			

Bezerra, Priscilla T. Fernandes

No Rio Jundiáí verificou-se a presença de resíduos sólidos no leito do rio, como visto nas figuras abaixo, presença de mata ciliar degradada e plantas aquáticas. Visualmente não foi constatado indícios de contaminação na água do rio em nenhuma coleta realizada.

Figura 19. Resíduos sólidos a margem do rio.



Figura 20. Resíduos domésticos na margem do rio.



Figura 21. Plantas aquáticas e resíduos sólidos na base da ponte.



Figura 22. Mata ciliar degradada no leito do rio Jundiáí.



A análise da qualidade da água do Rio Jundiáí fora obtida através da coleta e análise de dados em um ponto à jusante e um ponto à montante da ponte, como descrito na Tabela 2, que ocorrem em cinco coletas.

Tabela 2. Coordenadas dos pontos de coletas de dados para o Programa de Monitoramento dos Impactos Ambientais dos Recursos Hídricos Superficiais.

Ponto	Local	Coord. (UTM)
P1 (M)	Rio Jundiáí	0239225E/9351145N
P1 (J)	Rio Jundiáí	0239220E/9351093N

Os parâmetros da análise do monitoramento são: PH, temperatura, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais, considerando as disposições da Resolução CONAMA nº 357/2005. Na tabela abaixo é apresentado os resultados das coletas realizadas.

Tabela 3. Resultados do background e das análises anuais dos pontos a montante e jusante em análise.

Lado	Background		MAR/16		MAR/2017		MAR/2018		FEV/19	
	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M
PH	7,40	7,40	7,13	7,22	7,55	7,25	7,12	6,97	7,00	6,92
Temperatura	26,70	26,40	29,80	30,60	26,40	26,60	27,77	27,72	26,14	26,15
Sólidos Dissolvidos Totais	317,00	353,20	298,00	333,00	332,00	325,00	1911,00	1890,00	390,00	388,00
Condutividade Elétrica (μ/cm)	443,00	465,00	595,00	677,00	664,00	650,00	2536,00	2536,00	552,00	555,00

Os resultados coletados e analisados durante as cinco coletas demonstram uma contaminação do rio Jundiáí devido aos despejos de efluentes domésticos e atividades de criação de animais no entorno. Com relação as atividades provenientes das obras de adequação e melhoria da Rodovia BR 304/RN, foi observado que não influenciou na qualidade e nos resultados das análises das águas do corpo hídrico em estudo.

O mapa abaixo demonstra os pontos de coleta ao longo do rio e sua respectiva bacia hidrográfica, Bacia do rio Potengi.

Figura 23. Mapa de Pontos de Coleta.



3.3.1. PH

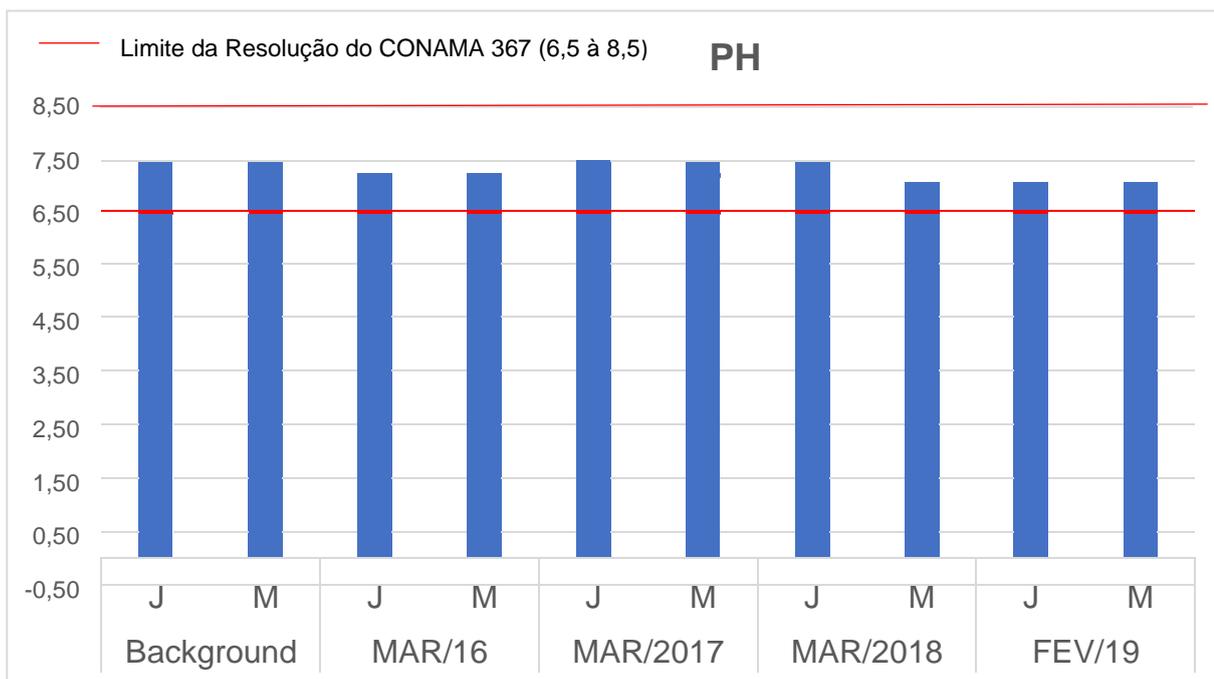
O pH é classificado como um dos parâmetros de qualidade da água mais importante. A medição do pH refere-se a acidez ou a alcalinidade da água. Uma amostra é considerada ácida se o resultado do pH for inferior a 7,0. Entretanto, se o pH for superior a 7,0 a amostra é considerada básica e a água ácida pode causar corrosão dos tubos de metais dos sistemas de distribuição.

Alterações nos valores de PH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

A campanha de background demonstra que antes da interferência no rio, o PH já se encontra entre o limite do CONAMA 367, entre 6,5 a 8,5, esse fato foi mantido por todo o período de monitoramento, como seu maior índice na campanha de 2017 em seu ponto a jusante do rio, e o menor resultado na campanha de 2019 no ponto a montante..

A partir do Gráfico 1. Relação entre o PH dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiáí, é possível inferir que os valores históricos do PH do rio, em todas as coletas, estão dentro dos intervalos apresentados pela Resolução Conama nº 357/2005. Um indicativo importante para a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Gráfico 1. Relação entre o PH dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiáí.

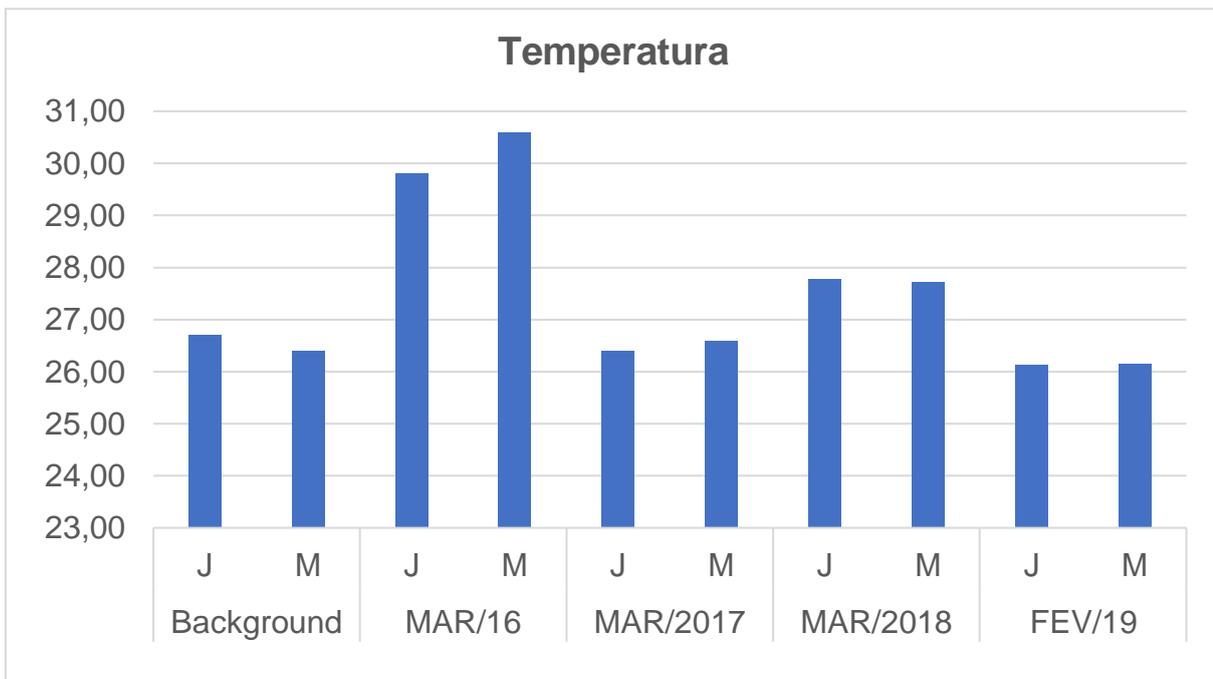


3.2.2. Temperatura

A temperatura da água e dos fluidos, indicam a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e exerce grande influências sobre os organismos aquáticos e nos outros parâmetros analisados. A alteração da temperatura das águas naturais ocorre devido a insolação e influenciada pelo clima e latitude, e quando de origem antrópica, do lançamento de despejos industriais.

O gráfico abaixo apresenta os valores comparativos desde o background, onde é possível realizar uma análise comparativa entre os valores obtidos durante os períodos de monitoramento do rio.

Gráfico 2. Relação entre a temperatura dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiáí.



Todas as campanhas ocorreram no verão, que acarreta maior insolação e consequente aumento da temperatura nos corpos hídricos. O aumento significativo na temperatura no ano de 2016, justifica-se, segundo o balanço da estação do verão, feito pelo Instituto Nacional de Meteorologia, por ter temperaturas acima da média.

As coletas, em sua maioria, apresentaram valores dentro do padrão histórico observado, indicando que, no que se refere à temperatura, os resultados não apontam para variações significativas na qualidade da água do rio Jundiáí.

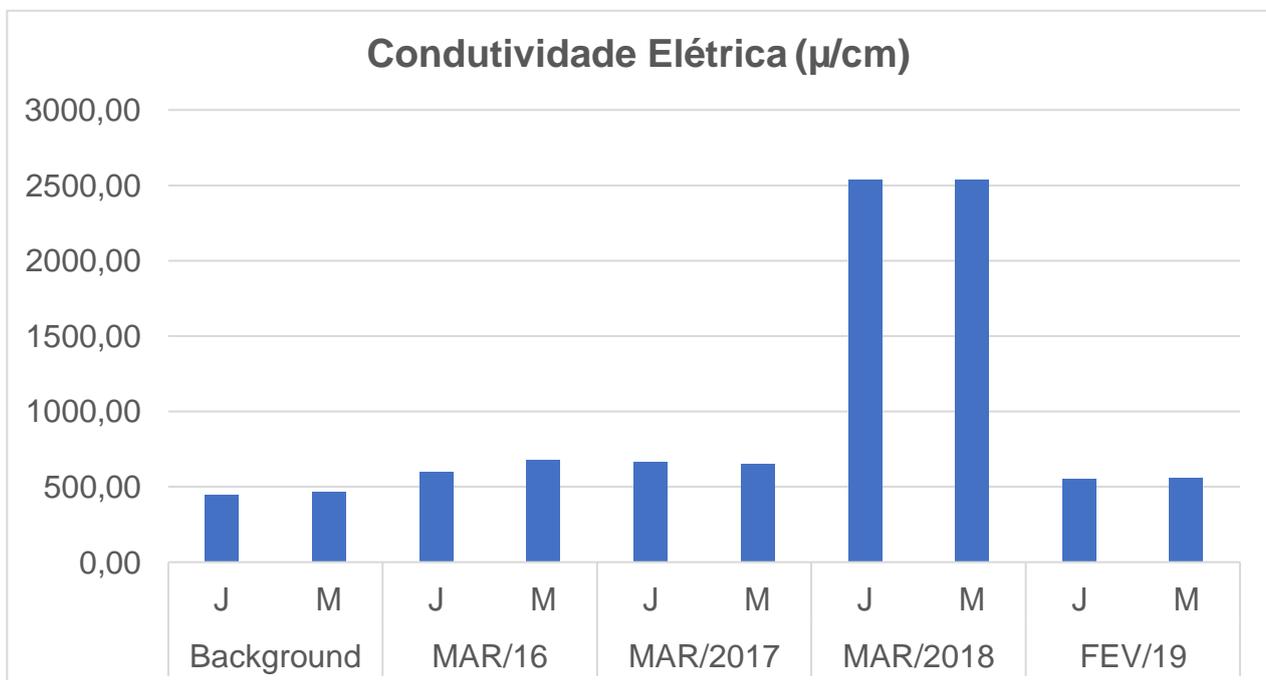
3.2.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica ou condutância específica indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substância dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, normalmente íons de ferro e manganês.

Considerando que a literatura relata que águas naturais apresentam condutividade elétrica inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em corpos receptores de cargas de efluentes domésticos e industriais. É possível aferir que o Rio Jundiá apresenta valores elevados de condutividade elétrica, fato que possui relação direta com sua salinidade. Esse fato se deve à sua proximidade com o mar e com a elevada quantidade de fazendas produtoras de camarão em toda sua bacia.

Além disso, a elevada condutividade pode indicar a presença de fontes poluidoras nesse corpo hídrico, se não estiver ocorrendo de forma natural. A averiguação desta constatação não é alvo de estudo do presente estudo.

Gráfico 3. Relação entre a condutividade elétrica dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiá.



Os resultados obtidos acima, em sua maioria, estão em torno dos dados do Background, o que não ocorre no ano de 2018, onde existe uma discrepância acentuada, esse resultado não foi embasado por nenhuma influência visualizada no momento da

coleta, além disso observamos a restituição da mata ciliar no local. Estima-se que algum descarte de efluentes domésticos e industriais, possa ter ocorrido a montante do trecho da ponte sobre o rio Jundiáí, causando esse aumento da condutividade elétrica.

3.2.4. Sólidos Dissolvidos Totais

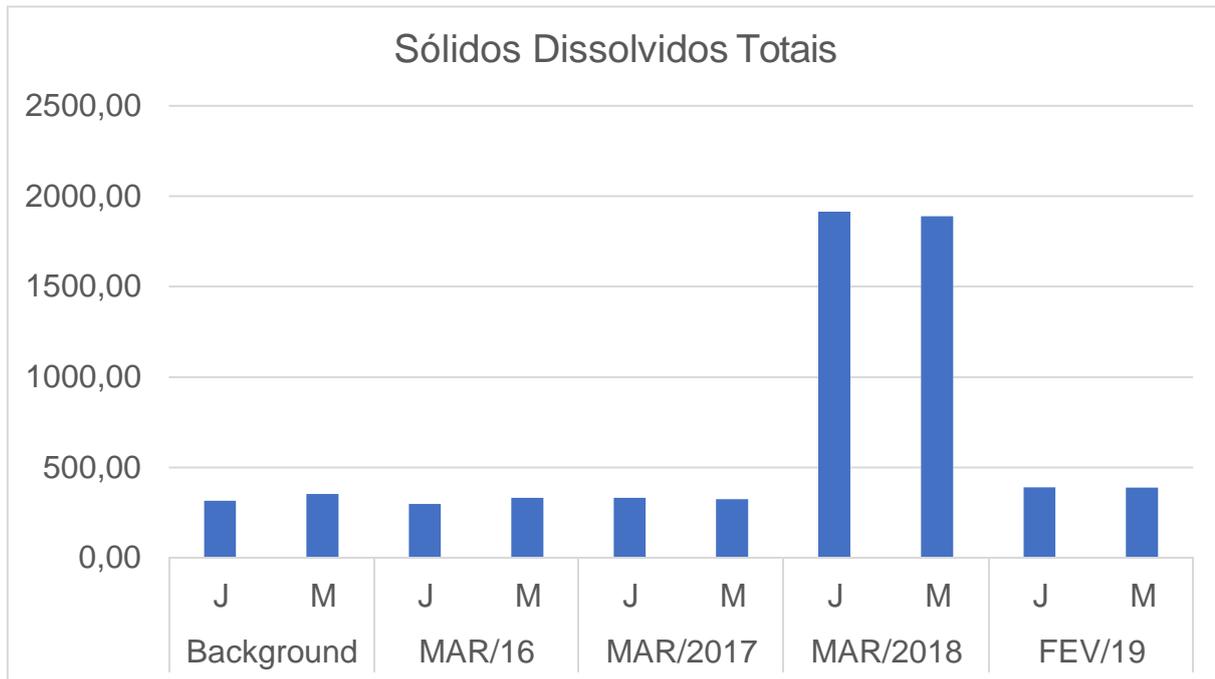
Sólidos dissolvidos totais se caracteriza como o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou micro granulares. É um parâmetro de determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume.

As substâncias dissolvidas envolvem o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio, sódio e íons orgânicos, entre outros íons necessários para a vida aquática. Contudo, quando presentes em elevadas concentrações, podem ser prejudiciais.

Os níveis de sólidos dissolvidos totais no rio Jundiáí variam de forma discreta, como visto no Gráfico 4. Relação entre os sólidos dissolvidos totais dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiáí., com exceção da 4ª coleta onde observamos uma discrepância do padrão obtido nas outras coletas. Esse fato pode ser ocasionado pela paralisação da obra da ponte do rio Jundiáí, fato evidenciado pela alteração abrupta no ano de 2018, pelo fato de uma obra próxima ao rio.

Na 4ª coleta, temos o maior resultado alcançado, onde as amostras estão em seu mais alto índice coletado. Os valores obtidos indicam que pode haver influência gerado pela obra, a montante do rio por uma Obra de Arte Corrente e a jusante, pelo início da Obra de Arte Especial para a ponte do rio Jundiáí, o que proporciona o aumento do assoreamento no rio, e assim dos sólidos dissolvidos no local.

Gráfico 4. Relação entre os sólidos dissolvidos totais dos diferentes pontos de amostragem do rio Jundiá.



3.2. Monitoramento do Passivo Ambiental

A consciência ambiental se intensificou após as grandes ondas de desenvolvimento da humanidade impulsionado pelas grandes guerras do século passado, em vista dessas vertentes e tendo nossa fonte de energia e bens materiais de recursos não duráveis, surgiu o desenvolvimento sustentável, para alinhar o progresso a preservação.

No Brasil, a questão ambiental só foi instituída com a Constituição Federal de 1988. Para a normatização do corpo rodoviário brasileiro e o meio ambiente, em 1996, foi criado o DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, que posteriormente virou o DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes, considerou as atividades ambientais em cinco fases – planejamento, projeto, implantação, manutenção e operação, para obter-se a conscientização ambiental no âmbito rodoviário. Para isso foram desenvolvidos manuais e instruções normativas para direcionar os empreendimentos, assim usamos como base o Manual de atividades Ambientais Rodoviárias (DNIT,2016), o qual trata dos Passivos Ambientais em rodovias.

Como base de análise, consideramos a interação entre a rodovia e o meio ambiente nas seguintes vertentes:

Meio Sócio-Econômico: conflitos de uso e ocupação do solo; alteração nas atividades econômicas; condições de emprego e qualidade de vida para as populações ou comunidades lindeiras à rodovia; segurança viária; ruídos; vibrações; emissões atmosféricas; desapropriação para áreas de uso e faixas de domínio; riscos aos patrimônios cultural, histórico, arqueológico e espeleológico; e riscos de interferências nas culturas indígenas e outras etnias.

Meio Biótico: - Supressão no processo de intercâmbio ecológico, pela dicotomia; interferências em áreas protegidas por lei e a biótopos ecológicos importantes; redução da cobertura vegetal e perda do patrimônio biótico; pressão sobre ecossistemas terrestres e aquáticos.

Meio Físico: - Movimentação de solos (terraplenagem, empréstimos e bota-foras); indução ao processo erosivo; instabilidade de encostas e taludes; rompimento de fundações; degradação em áreas de uso do canteiro de obras, trilhas, caminhos de serviços; rebaixamento de lençóis freáticos; risco na qualidade da água superficial e subterrânea, por concentração de poluentes; e qualidade do ar.

Para o presente trabalho foi realizada a análise do meio físico através do monitoramento do Passivo Ambiental gerado na margem esquerda (sentido CE/RN) do leito do Rio Jundiá em seu cruzamento com a rodovia BR 304/RN. Toda a identificação e caracterização da ocorrência é pautada seguindo o Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias (DNIT, 2016).

O conceito de Passivo Ambiental, de acordo com o Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias (DNIT, 2016), são situações decorrentes de falhas na construção, restauração ou manutenção de rodovia, capaz de atuar como fator de dano ou de degradação ambiental à área de influência direta, ao corpo estradal ou ao usuário, como também condições climáticas adversas, ou causadas por terceiros, capaz de atuar como fator de dano ou de degradação ambiental à faixa de domínio da rodovia, e também ao corpo estradal ou ao usuário.

As situações verificadas são classificadas de acordo com o grupo ao qual pertencem dentro de três conjuntos de ocorrência, obedecendo a especificação da Classificação dos Problemas de acordo com o Manual (DNIT, 2016), que são:

- a) Faixa de Domínio e Áreas Adjacentes (envolvendo Cortes e Aterros) – onde constam as principais ocorrências nestes terraplenos, sub agrupadas em: erosões, desagregações, escorregamentos, queda / rolamento de blocos e recalques, sendo também identificada à causa do problema;
- b) Áreas Utilizadas para Apoio às Obras e Ações de Terceiros – agrupa os problemas decorrentes de antigas áreas para apoio às obras (empréstimos, jazidas, bota-foras, acampamentos e outros) e aqueles decorrentes de ações de terceiros, ou seja: externas à faixa de domínio da rodovia (implantação de loteamentos e outros empreendimentos, comércios marginais, acessos irregulares, ocupação da faixa de domínio e outros). As ocorrências também estão consideradas de acordo com o terrapleno ou área de ocorrência: cortes, aterros, bota-foras, e ocupação da faixa de domínio;
- c) Assoreamentos e Alagamentos – neste conjunto são catalogados os assoreamentos e alagamentos, e identificadas suas origens.

Metodologia

Para a classificação e monitoramento usamos o Cadastro do Passivo Ambiental, descrito no Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias (DNIT, 2016), que agrupa os indivíduos e seus problemas de acordo com o grupo pertencente (Grupos I, II, III, IV e V), Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias 214, o passivo em estudo encontra-se no grupo I.

“Grupo I: Identificação de problemas ambientais decorrentes da implantação da rodovia (erosões, assoreamentos, ravinamentos, inundações, deslizamentos, etc.), que interfiram ou tenham potencial para interferir, não só no corpo estradal, mas também em áreas e/ou comunidades lindeiras à faixa de domínio da rodovia. Compreenderá a análise e registro de problemas ocorrentes internamente à faixa de domínio, em evolução ou com potencial de evolução, para áreas adjacentes e vice-versa” (Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias, 2016p 214).

O Quadro 2 demonstra a ficha de cadastro para do passivo ambiental, Grupo I, segundo as descrições do Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias, de 2016. Contém sua localização, a indicação primária do passivo e sua classificação, seu enquadramento em relação ao terraplano ou áreas de ocorrência para a linha de Classificação do Impacto, seguido pela gravidade, status do passivo, qualidade geológica e Data do monitoramento. Com via de mitigação do impacto gerado, propõem-se medida estabilização e contenção do assoreamento do corpo hídrico. Por fim, tem-se os comentários sobre o monitoramento, para que se possa descrever os dados visualizados durante a visita in loco.

O passivo ambiental analisado é decorrente do processo construtivo da obra de duplicação da BR 304/RN, localizado no leito do rio Jundiaí, e corresponde ao assoreamento do corpo hídrico, no lado esquerdo, presente no trecho em questão. Desse modo, a obra de duplicação da BR 304 gera diversas atividades e ações relativas ao meio biótico e antrópico.

Nos monitoramentos realizados verificou-se que medidas mitigatórias foram implantadas com a finalidade de contenção de sedimentos e que a desenvolvimento do passivo se deu pela evolução e alteração em torno das margens do rio Jundiaí.

Quadro 2. Ficha de cadastro para passivo ambiental, grupo I, segundo ao Manual para Atividades Rodoviárias, 2016.



PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DA RODOVIA					
LOCALIZAÇÃO					
Coord.:	239239/ 9351110	Lado:	E	Estaca:	764
CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO					
c - ASSOREAMENTOS E ALAGAMENTOS					
Elemento	Assoreamento				
Tipo de Impacto	Assoreamento – AS				
Código do Impacto	Decorrente de área explorada (70)				
GRAVIDADE			STATUS		
Com perigo eminente			Não Recuperado		
QUALIDADE GEOLÓGICA			DATA DO MONITORAMENTO		
Definir					
SOLUÇÃO PROPOSTA					
SOLUÇÃO: Manutenção periódica do dispositivo de contenção instalado; Reversão do processo de assoreamento no corpo hídrico; Monitoramento ambiental das frentes de serviço próximas ao Passivo.					

COMENTÁRIOS: O Passivo Ambiental, localizado no leito do rio Jundiáí, no lado esquerdo, trata-se de um processo de assoreamento ativo no leito do rio Jundiáí. Nos monitoramentos realizados verificou-se que a contenção de sedimentos pelo dispositivo instalado não está sendo eficiente.

Algumas medidas de contenção foram executadas pela construtora, visando a diminuição do dano ambiental, como a inserção de uma Barreira de Siltagem (Figura 24), elemento provisório de proteção ambiental, que tem o objetivo de inibir o carreamento de sedimentos para a drenagem natural, sendo uma medida de contenção para assoreamento, e também uma recomendação do Plano Básico Ambiental (PBA) do empreendimento.

Figura 24. Implantação da barreira de siltagem as margens do rio Jundiáí.



Fonte: Pesquisa de campo.

O acompanhamento e monitoramento da evolução do passivo ambiental gerado ocorreu no primeiro semestre entre os anos de 2016 a 2019, através de visitas in loco. Para a geração de dados comparativos a verificação é dada através do registro fotográfico do passivo, objetivando a análise do seu avanço e da medida protetiva, barreira de siltagem, implantada para a contenção do assoreamento.

No ano de 2016, observamos na Figuras 25, a instalação da barreira de siltagem, após a supressão vegetal na margem do rio. Apesar do mecanismo de proteção instalado, observamos o carreamento de sedimentos para o leito do rio Jundiáí, solo exposto sem vegetação, ocasionando o assoreamento no mesmo, e a paralisação da obra no trecho em questão.

O banco de areia formado no leito do corpo hídrico, Figura 26, caracteriza o escoamento do material escavado para o rio, processo de assoreamento intensificado pelas medidas de contenção insuficientes e pela ausência de vegetação nas margens do leito.

Figura 25. Acompanhamento do passivo ambiental após a supressão vegetal. Data: 19/05/2016. Coord. (UTM): 239168/9351109.



Figura 26. Leito do rio sob a ponte em processo de assoreamento.



Fonte: Pesquisa de campo.

Um ano após a supressão vegetal, verificou-se o crescimento da vegetação ruderal no local como evidenciado na Fonte: Pesquisa de campo. Essa modificação paisagística promove a mitigação do impacto do assoreamento no rio, onde visualmente, não temos o escoamento de sedimentos para o rio. Sobre a barreira de siltagem, é possível aferir que seu objetivo de mitigação se encontra satisfatório. As obras na Rodovia foram paralisadas de forma parcial, em atendimento às recomendações do Tribunal de Contas da União – TCU, em 27 de abril de 2017, emitida por meio do ofício 0157/2017TCE/SeinfraRodoviaAviação, com vistas a esclarecer supostas inconsistências no Projeto Executivo.

A execução da obra foi retomada de forma integral mediante autorização do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes do Rio Grande do Norte em setembro de 2017, por meio do Ofício nº 1005/2017/DNIT/RN.

Figura 27. Acompanhamento do passivo ambiental em abril de 2017. Data: 28/04/2017. Coord. (UTM): 239168/9351109.



Fonte: Pesquisa de campo.

No ano de 2018, o crescimento vegetal cobre toda a interferência gerada, nesse monitoramento notamos a diminuição do processo de assoreamento do corpo hídrico devido a barreira de siltagem e a restituição da mata ciliar no leito do rio. A obra da ponte sobre o rio ainda se encontra paralisada.

Figura 28. Acompanhamento do passivo ambiental em abril de 2018. Data: 12/04/2018. Coord. (UTM): 239168/9351109.



Fonte: Pesquisa de campo.

No último monitoramento, foi averiguado a retomada da obra da ponte e a execução de uma limpeza mecânica na vegetação de rebrota, a revitalização dos mecanismos de mitigação, barreira de siltagem e sacos de rip rap, e o assoreamento do rio Jundiáí no trecho em obra, como evidenciado na Figura abaixo.

Figura 29. Acompanhamento do passivo ambiental e Implantação da barreira de siltagem. Data: 24/01/2019. Coord. (UTM): 239168/9351109.



Fonte: pesquisa de campo.

O acompanhamento do passivo ambiental gerado durante os anos propostos mostrou que o processo construtivo dessa obra ocasionou danos ambientais ao leito do rio. As medidas mitigatórias implantadas não foram suficientes para a contenção do assoreamento ao corpo hídrico, onde em todo o monitoramento foi observado processos de erosão devido a retirada da mata ciliar pela supressão vegetal e limpeza mecânica da vegetação de rebrota. Logo, a geração do passivo ambiental proveniente da obra de duplicação da BR 304 – Reta Tabajara, influenciam na dinâmica do rio Jundiáí.

3.3. Análise Hídrica

A técnica de delimitação e análise da Área de Preservação Permanente para as feições de área umidade e lâmina de água, antes e após a limpeza da vegetação de rebrota, é dada pelo índice NDWI (Índice de Diferença Normalizada da Água), um método desenvolvido por McFeeters (1996) para o mapeamento de águas superficiais, realçando a presença das mesmas em imagem obtidas por sensoriamento remoto. O uso de imagens aéreas como recurso de apoio ao estudo, adicionou uma visão espacial da ação da obra no leito do Jundiáí, uma vez que, a utilização desse índice permite uma melhor

visualização das áreas com alto teor de umidade e corpos de água, conforme Cardoso et al. (2007).

O NDWI encontra-se diretamente relacionado a espessura da lâmina d'água, sendo assim o uso desse índice tem sido destaque no monitoramento de cursos hídricos. O índice tem sido empregado com o objetivo de ressaltar as áreas de acumulação hídrica na paisagem, minimizando a representação de outros alvos na superfície. Os valores de NDWI variam entre -1 e 1, onde resultados maiores que 0 representam áreas com presença de água, e valores menores que zero identificam locais sem a presença do recurso na paisagem (Gao, 1996).

Metodologia

O processamento do índice foi realizado a partir de imagens do satélite Sentinel 2, coletadas em dezembro de 2018 e fevereiro de 2019. Os dados foram obtidos na plataforma de dados da Agência Espacial Norte Americana (NASA), denominada EarthExplorer, no dia 07 de fevereiro de 2019. As cenas foram selecionadas de forma a analisar a área de estudo, contemplando a área de interesse do Rio Jundiá antes e depois da recente limpeza mecânica.

Figura 30. Índice de Normalização Diferenciada da água.

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

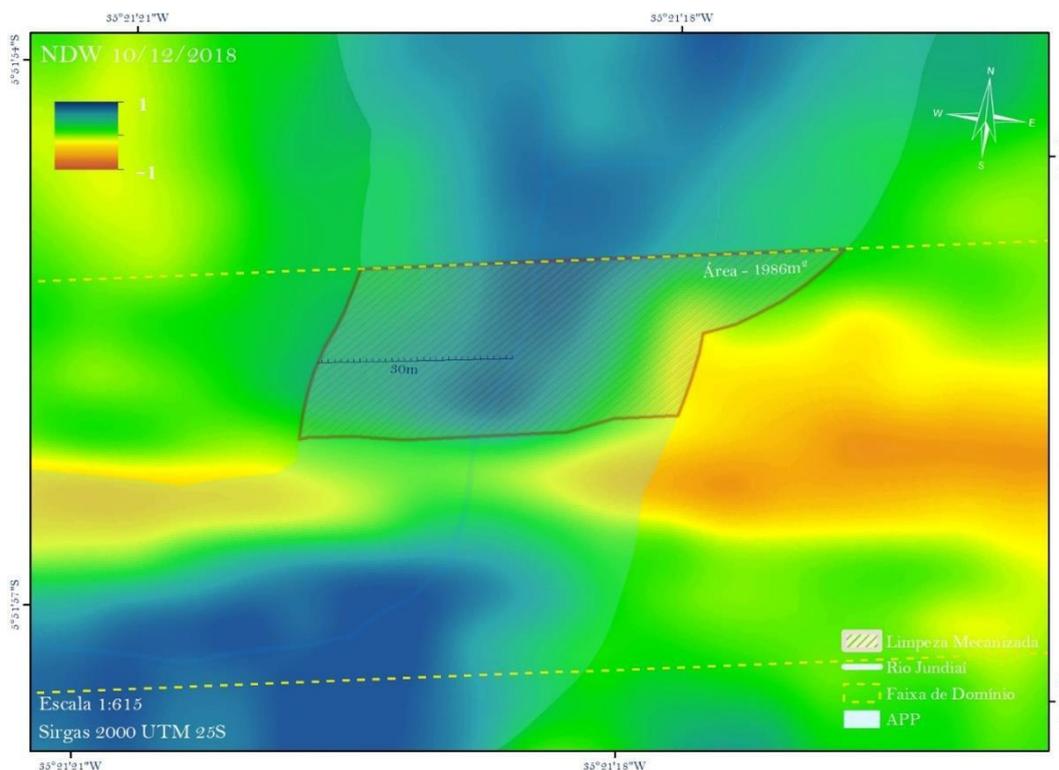
Para gerar o Índice de Normalização Diferenciada, foram utilizadas as faixas do verde (Green) e do infravermelho próximo (NIR), aplicando-se a equação do índice apresentada anteriormente. As bandas foram processadas em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, utilizando a ferramenta Raster Calculator. Os resultados foram obtidos a partir da equação $Float = (Green - NIR) / (Green + NIR)$, com o objetivo de analisar a concentração de umidade no solo. Os valores maiores que 0 representam locais com altos valores de umidade, as áreas azuis, com valores mais próximos de 1, indicam os locais de maior concentração, comumente representando acumulação de água no solo.

As figuras abaixo apresentam a imagem áreas do objeto de estudo no ano de 2018 para a construção do NDWI de comparação, para a análise do acúmulo de água no solo no ano de 2019, onde tem-se a finalização desse estudo.

Figura 31. Imagem aérea, 01 de novembro de 2018.



Figura 32. NDWI, 10 de dezembro de 2018.

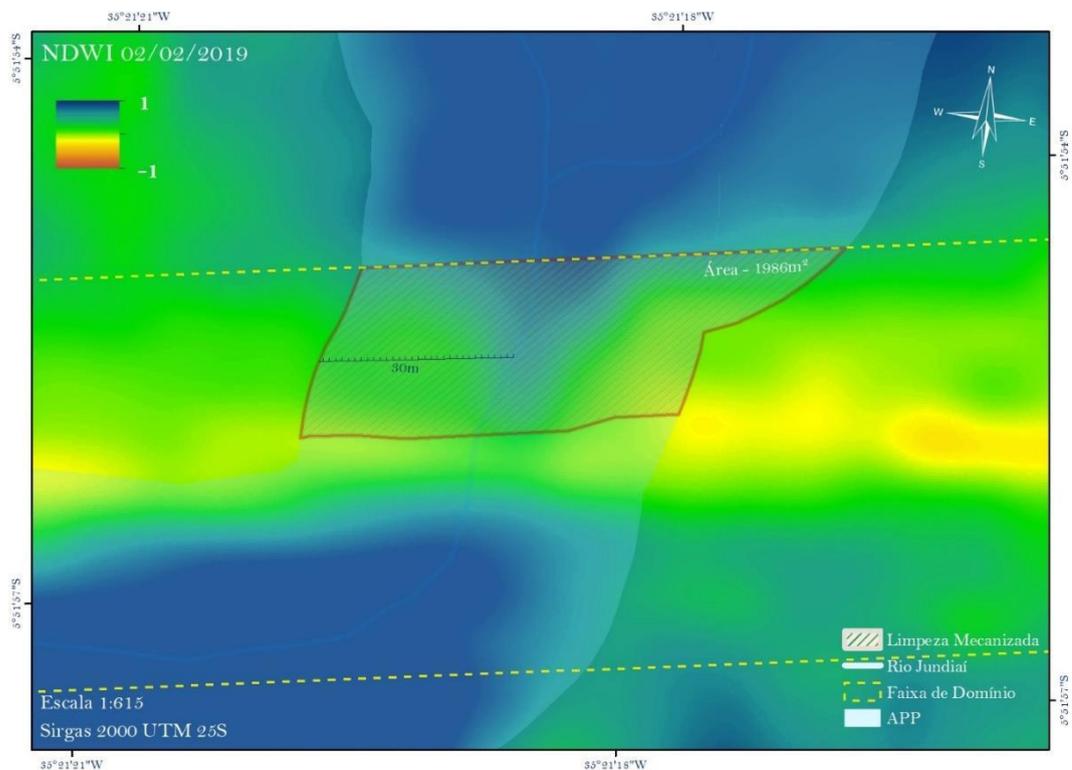


É possível observar que o índice correspondeu ao objetivo de ressaltar as áreas com maior concentração hídrica. A Área de Preservação Permanente, no lado esquerdo da faixa de domínio, compreende uma área de 1986m². Analisando as imagens, verificamos que as ações de supressão que ocorreram nos anos anteriores já atingiram a APP do Rio Jundiá, refletindo em uma menor concentração da massa d'água no local.

Figura 33. Imagem aérea, 08 de fevereiro de 2019.



Figura 34. NDWI, 02 de fevereiro de 2019.



O índice gerado após a limpeza mecânica da vegetação de rebrota na área de APP, mostrou a diminuição na concentração hídrica no local, gerando a redução dos processos de infiltração e retenção hídrica do solo, e aumentando a deposição de

sedimentos no leito do rio, refletindo em menores valores do índice de Normalização Diferenciada da água.



Fonte: Acervo pessoal.

4. Conclusão

A construção de pontes ocasiona inúmeros impactos ambientais, que geram interferência e danos negativos aos corpos hídricos. No entanto, é possível que, através da supervisão ambiental, ações preventivas e monitoramentos dos impactos, esses danos sejam mitigados.

O objetivo dessa pesquisa não foi alcançado em sua totalidade, uma vez que tivemos a paralisação da obra e a não conclusão da Obra de arte Especial – Ponte. Durante os 4 anos de análise tivemos apenas os processos de supressão vegetal, limpeza mecânica e intervenções mitigatórias no leito do rio.

A metodologia utilizada se constitui de um conjunto de ações de monitoramento, a fim de quantificar e prevenir os impactos negativos da obra. Assim, esse conjunto é dado pela análise físico química de quatro elementos, o monitoramento do passivo ambiental e análise hídrica através do Índice de Normalização Diferenciada da Água – NDWI.

A realização do conjunto de ações foi fundamental para a compreensão do passivo ambiental ocasionado pela construção da ponte sobre o Rio Jundiáí, permitindo identificar alguns fatores causados no corpo hídrico através da relação e verificação das três vertentes.

Foram constatadas através das análises físicas do pH, temperatura, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais, e averiguação in loco que os resultados analisados durante as cinco coletas demonstram que as atividades provenientes das obras de adequação e melhoria da Rodovia BR 304/RN, não influenciam na qualidade e nos resultados das análises das águas do rio Jundiáí, constata-se que, a maioria dos resultados, se encontra dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

O monitoramento do passivo ambiental monitorado está ativo em processo de assoreamento do corpo hídrico, sendo assim identificamos que a medida mitigatória de implantação da barreira de siltagem, não foi suficiente para a contenção do assoreamento do rio, já que ao longo do monitoramento observou-se que o processo

construtivo da ponte, gera diversas atividades e ações negativas ao meio biótico e antrópico.

Com a análise hídrica do NDWI, através das imagens aéreas comparativas de 2018 e 2019, identificamos a diminuição hídrica a jusante do rio Jundiaí, devido a retirada da mata ciliar pela supressão vegetal e limpeza mecânica, o que contribuiu ainda mais para o aumento do processo de assoreamento e da redução dos processos de infiltração e retenção hídrica do solo.

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que a soma das análises do conjunto de ações de monitoramentos proposto e executado durante os anos de 2014 a 2019, mostraram que as atividades provenientes das obras de adequação e melhoria da Rodovia BR-304/RN - Reta Tabajara, causam influência visível do empreendimento na qualidade ambiental do rio Jundiaí.

Ressalta-se a importância da supervisão e monitoramento ambiental criterioso nos processos de construção de pontes, de modo a mitigar efetivamente o assoreamento do corpo hídrico e os demais impactos gerados pela obra, mas principalmente prevenir, cada vez mais, os danos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA F. M., HASUI Y. 1984. O Pré-Cambriano do Brasil. Edgard Blucher, São Paulo, 378p.
- MORO, M.F. & MARTINS, F. R. 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In. Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Caso, Volume I. Editora da Universidade Federal de Viçosa, Pp. 184-190, Viçosa, MG, 2011.
- MARCHESE, Mercedes. Bentos y su uso en biomonitoreos: disciplina ecologia de macroinvertebrados bentonicos. 05-09 de aug de 2013. 56 p. Notas de Aula.
- Gao. "NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space." 1996. http://ceeserver.cee.cornell.edu/wdp2/cee6150/Readings/Gao_1996_RSE_58_257-266_NDWI.pdf
- Pessoa Neto O. C. Análise Estratigráfica Integrada da Plataforma Mista (siliclastica-carbonática) do Neogeno da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. 1999. Tese (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- SOUZA, Julie Andrade. Variação espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Potengi-RN. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5792/1/Varia%C3%A7%C3%A3o%20espa%C3%A7o%20temporal_Souza_2017.pdf.txt. Acesso em: 16 jan. 2020.
- SANCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos . 2ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 563 p
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Manual Brasileiro de Classificação dos Solos. 2018. EMBRAPA Solos.

PLANO BÁSICO AMBIENTAL - PBA BR-304/RN: Programas Complementares. 2. ed. rev. Brasília: [s. n.], 2015. 352 p.

CONAMA, 1986, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Disponível na internet no site www.mma.gov.br/conama, Acesso em dezembro de 2019.

CETESB, 1987, Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo, 150p.

BRASIL. PAC: Programa de Aceleração do Crescimento. Acesso em 10 outubro. 2019.

COSTA, Roberta Maria; SANCHEZ, Luis Enrique. Avaliação do desempenho ambiental de obras de recuperação de rodovias. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 63, n. 2, jun. 2010. Disponível em. Acesso em 18 set. 2019.

GURGEL, Thalita de Souza. OCORRÊNCIA DE CHEIAS NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [S. l.], 2017. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5536/1/OCORR%C3%80NCIA%20CHEIAS%20MACAIBA_TCC.pdf. Acesso em: 26 dez. 2019.

LOURENÇO, L. C. Análise da corrosão em estruturas de pontes metálicas e em concreto armado. Dissertação de Mestrado. UFF. 2007.

Foerstnow, L.P.; Menezes, J.D. Aplicabilidade de imagens de satélite utilizando NDWI na determinação da batimetria da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4397-4404. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.25.13.05/doc/p1227.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2012.

Cardoso, F.S.; Pereira, G.; Silva, G.B.S; Silva; F.B.; Shimabukuro, Y.E.; Moraes, E.C. Discriminação de áreas alagadas no Pantanal sul-matogrossense a partir de imagens

orbitais. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 7-11 novembro 2009, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.99-106

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006.

MMA. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN): www.igarn.rn.gov.br/, acesso em 12 de novembro de 2019.

BRASIL. Ministério de Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999.

XAVIER, Y. M. A. e BEZERRA, N. F. Gestão Legal dos Recursos Hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2005.

TRANCOSO, R. F. Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá – visando a implantação de bacia experimental e atenuação de cheias pela barragem de Tabatinga. (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2012.

ANEXOS

Manual Para Atividades Ambientais Rodoviárias

211

Tabela 8 - Classificação dos Problemas

a - FAIXA DE DOMÍNIO E ÁREAS ADJACENTES		
CORTES		
EROSÃO – ER (01) em sulcos (02) diferenciada (03) longitudinal em plataforma (04) associada a sistemas de drenagem (05) ravinamento	ESCORREGAMENTO – ES (07) devido à inclinação acentuada (08) ao longo de estruturas residuais (09) no contato solo x rocha (10) por saturação (11) por evolução de erosão (12) em corpo de talus	QUEDA DE BLOCOS – Q.B. (13) por estruturas residuais (14) por descalçamento ROLAMENTO DE BLOCOS - RB (15) rolamento de blocos
DESAGREGAÇÃO SUPERFICIAL – DS (06) desagregação superficial		
ATERROS		
EROSÃO – ER (16) em sulcos (17) longitudinal em plataforma (18) associada a sistemas de drenagem (19) interna ao maciço (piping) (20) ravinamento	ESCORREGAMENTO – ES (21) por deficiência de fundação; (22) no maciço (23) associada a sistemas de drenagem (24) em transposição de OAC	RECALQUE – RE (25) por deficiência de fundação; (26) associado a sistemas de drenagem; (27) por selagem de OAC (28) por rompimento de OAC (29) por má compactação do maciço
b - ÁREAS UTILIZADAS PARA APOIO ÀS OBRAS-AÇÕES DE TERCEIROS		
CORTES		
EROSÃO – ER (30) em sulcos (31) diferenciada (32) associada a sistemas de drenagem (33) ravinamento	ESCORREGAMENTO – ES (37) devido à inclinação acentuada (38) ao longo de estruturas residuais (39) no contato solo x rocha (40) por saturação (41) por evolução de erosão	QUEDA DE BLOCOS – Q.B. (42) por estruturas residuais (43) por descalçamento ROLAMENTO DE BLOCOS - RB (44) rolamento de blocos
ATERROS / BOTA – FORAS		
EROSÃO – ER (46) em sulcos (47) longitudinal em plataforma (48) associada a sistemas de drenagem (49) interna ao maciço (piping) (50) ravinamento	ESCORREGAMENTO – ES (51) por deficiência de fundação; (52) no maciço (53) associada a sistemas de drenagem (54) em transposição de OAC	RECALQUE – RE (55) por deficiência de fundação; (56) associado a sistemas de drenagem; (57) por selagem de OAC (58) por rompimento de OAC (59) por má compactação do maciço
ACESSOS IRREGULARES		OCUPAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO
ACESSOS IRREGULARES – AI (60) pavimentado (61) não pavimentado (62) em condição crítica de segurança (63) segmento crítico		OCUPAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO – OF (64) agricultura (65) edificações (66) comércio (67) descarte de lixo
c - ASSOREAMENTOS E ALAGAMENTOS		
ASSOREAMENTOS		ALAGAMENTOS
ASSOREAMENTO – AS (68) decorrente de corte (69) decorrente de aterro (70) decorrente de área explorada (71) decorrente de bota – fora (72) decorrente de ação de terceiro (73) decorrente de acesso irregular		ALAGAMENTO – AL (74) por obstrução de OAC (75) por obstrução de sistemas de drenagem (76) por implantação de OAC em cota superior ao talvegue (77) por inexistência de sistema de drenagem (78) decorrente de acesso irregular