



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA ENSINO DAS  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**James Leão de Araujo**

**MONITORAMENTO POR SENSORIAMENTO REMOTO DA CONCENTRAÇÃO DE  
CLOROFILA-a E DAS FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS NO BAIXO  
TAPAJÓS  
Audiovisual praias do Tapajós para gerações presentes e futuras**

**Belém-PA  
2020**

James Leão de Araujo

**MONITORAMENTO POR SENSORIAMENTO REMOTO DA CONCENTRAÇÃO DE  
CLOROFILA-a E DAS FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS NO BAIXO  
TAPAJÓS**

**Audiovisual praias do Tapajós para gerações presentes e futuras**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e suas Interfaces.

Linha de Pesquisa: Ambiente e Sociedade

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Maria Paula Cruz Schneider

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Maria Ataíde Malcher

Belém-PA

2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)**

---

A658m Araujo, James Leão de  
Monitoramento por sensoriamento remoto da  
concentração de clorofila-a e das florações de cianobactérias  
no Baixo Tapajós : audiovisual praias do Tapajós para  
gerações presentes e futuras / James Leão de Araujo. —  
2020.  
98 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Paula Cruz Schneider  
Coorientação: Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Ataíde Malcher

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais,  
Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará,  
Belém, 2020.

1. Balneabilidade. 2. Plâncton. 3. Poluição de  
nutrientes. 4. Praias de água doce. 5. Audiovisual  
educacional. I. Título.

CDD 589.4

---

James Leão de Araujo

**MONITORAMENTO POR SENSORIAMENTO REMOTO DA CONCENTRAÇÃO DE  
CLOROFILA-a E DAS FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS NO BAIXO  
TAPAJÓS**

**Audiovisual praias do Tapajós para gerações presentes e futuras**

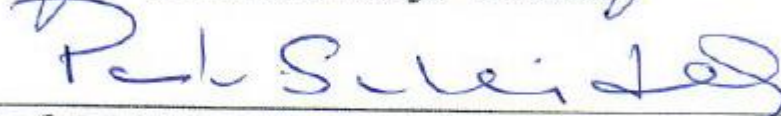
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Banca Examinadora:

Belém, 10/02/2020



James Leão Araújo - Discente



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Paula Cruz Schneider - Orientadora



Prof./Dr. José Eduardo Martinelli Filho - Avaliador Interno



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Chocron Miranda - Avaliador Externo



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Brabo de Sousa - Avaliador Externo

Dedico este trabalho a meu pai João José de Araujo (*in memoriam*) e a minha mãe Mirian Leão de Araujo, pelo esforço e dedicação na minha criação e formação, bem como dos meus três irmãos Joabe, Janice e Jairo Leão de Araujo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que com seu infinito conhecimento e amor criou o Universo e a vida.

A minha esposa Gleyce Maysa Ramos Sena de Araujo e meus filhos João Fernando, Jonas e Gabriela Sena de Araujo, por suportarem minhas ausências e noites perturbando o sono deles.

A Agência Nacional de Águas e a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, por financiarem o PROFCIAMB, oferecendo um programa de pós-graduação para profissionais atuantes na educação básica.

À Dra. Maria Paula Cruz Schneider por suas orientações, conhecimento compartilhado e oportunidades de aprendizagem dadas no decorrer dos anos de 2018 a 2020.

À Dra. Maria Ataíde Malcher, por suas preciosas orientações a respeito da produção audiovisual.

Ao titular do CYANOLAKES Dr. Mark Matthews, por me conceder acesso gratuito aos dados de sensoriamento remoto, realizados no rio Tapajós e pelas orientações dadas.

A todos os professores do PROFCIAMB pelo conhecimento, informações e vivências repassadas.

Ao Francisco Arimateia, o “Ari” que direcionou as coletas de amostras e análises deste trabalho.

Aos competentes membros do Laboratório Genômica, pelas análises feitas, pelos momentos de conversa e descontração, agradeço em especial ao Renan, Lucas e Alenna, pelas análises realizadas.

Aos colegas do PROFCIAMB pela convivência, compartilhamentos e amizades firmadas.

A Universidade Federal do Pará pela oportunidade de cursar o PROFCIAMB e desenvolver deste trabalho.

Ao Instituto Federal do Pará, por permitir o meu aprimoramento profissional.

Ao Campus Belém do Instituto Federal do Pará, por colaborar na validação do produto.

A Escola Estadual São Raimundo Nonato em Santarém-PA, por colaborar na validação do produto audiovisual.

A Sr.<sup>a</sup> Lúcia de Fátima Imbiriba de Sousa, pelas orientações conforme a as normas adotadas no Instituto de Geociências.

“Importante não é ver o que ninguém nunca viu, mas sim, pensar o que ninguém nunca pensou sobre algo que todo mundo vê.”

SCHOPENHAUER (2010, p. 156)



## RESUMO

O rio Tapajós é o quinto maior rio da Bacia Amazônica. De Aveiro até Santarém, assemelha-se a um lago e favorece o processo de eutrofização. Sofre pressões como: desmatamentos, garimpagem de ouro, uso como hidrovia e turismo. As praias entre Santarém e Belterra, ganharam evidência quando em 2009 o jornal The Guardian, escolheu Alter do Chão como a melhor praia do Brasil. O crescimento das atividades turísticas e infraestrutura foi notório. Em 2015 após análises da balneabilidade, Alter do Chão foi interditada. O aumento das florações planctônicas, vem sendo observado por populares pesquisadores desde a década de 1990. Ampliando os estudos monitorou-se por sensoriamento remoto 2450 km<sup>2</sup> de Aveiro a Santarém, obtendo-se as áreas de florações de cianobactérias, concentrações de clorofila-a, poluição de nutrientes e os níveis de risco para atividades de contato. A ocorrência das cianobactérias está ligada a variações de pluviosidade e nível do rio. Os maiores riscos a saúde, ocorrem nos pontos máximos de seca em novembro e cheia em maio. As áreas de maior ocorrência das florações e maiores concentrações de clorofila-a estão a montante das praias de uso intenso. O aumento das atividades antrópicas e a ocupação do solo, podem ser os responsáveis pelo aumento das florações. Estas informações devem ser disseminadas através de um produto didático-informativo para Educação Básica. Foi produzido um audiovisual, para aplicação em Educação Básica denominado “Praias do Tapajós Para Gerações Presentes e Futuras”, com o tempo de 23’16” divididos em 07 blocos relativos ao conteúdo pesquisado. O audiovisual foi aplicado em seis turmas de duas escolas de educação básica, no Ensino Médio, sendo uma em Belém o Instituto Federal do Pará e outra em Santarém a Escola Estadual São Raimundo Nonato, totalizando onze horas de aplicação. O produto audiovisual foi validado através de um questionário tipo ‘likert’ observando pontos conceituais relativos aos conhecimentos adquiridos, relação com conteúdos estudados, envolvimento em questões ambientais e qualidade do material apresentado. Os índices médios de rejeição estiveram sempre abaixo dos 25% enquanto a aprovação sempre acima dos 75%.

Palavras-chave: Balneabilidade. Plâncton. Poluição de nutrientes. Praias de água doce. Audiovisual educacional.

## ABSTRACT

The Tapajós River is the fifth largest river in the Amazon Basin. From Aveiro to Santarém, it resembles a lake and favors the eutrophication process. It is under pressure such as: deforestation, gold mining, use as a waterway and tourism. The beaches between Santarém and Belterra, gained evidence when in 2009 the newspaper The Guardian, chose Alter do Chão as the best beach in Brazil. The growth of tourist activities and infrastructure was notable. In 2015 after bathing water quality analyzes, Alter do Chão was banned. The increase in planktonic blooms has been observed by popular researchers since the 1990s. Extending the studies, 2450 km<sup>2</sup> of remote sensing was monitored from Aveiro to Santarém, obtaining the blooming areas of cyanobacteria, concentrations of chlorophyll-a, nutrient pollution and risk levels for contact activities. The occurrence of cyanobacteria is linked to variations in rainfall and river level. The greatest health risks occur at the maximum points of drought in November and flooding in May. The areas with the highest occurrence of blooms and the highest concentrations of chlorophyll-a are upstream from the beaches of intense use. The increase in human activities and the occupation of the soil, may be responsible for the increase in flowering. This information must be disseminated through a didactic-informative product for Basic Education. An audiovisual was produced for application in Basic Education called "Praias do Tapajós For Present and Future Generations", as the time of 23'16" divided into 07 blocks related to the researched content. The audiovisual was applied in six classes of two schools of basic education, in the High School, being one in Belém the Federal Institute of Pará and another in Santarém the São Raimundo Nonato State School, totaling eleven hours of application. The audiovisual product was validated through a 'likert' questionnaire, observing conceptual points related to the acquired knowledge, relationship with studied contents, involvement in environmental issues and quality of the material presented. The average rejection rates were always below 25% while approval was always above 75%.

Key Words: Bathing water quality. Plankton. Nutrient pollution. Freshwater beaches. Educational film.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 – Localização da Bacia do Tapajós .....	17
Mapa 2 - Rio Tapajós lóxico e “semi-lóxico” .....	20
Mapa 3 - Pontos de monitoramento da balneabilidade .....	25
Quadro 1 - Classificação quanto a categoria de balneabilidade.....	26
Figura 1 - Placas de balneabilidade em Alter do Chão .....	27
Tabela 1 - Clorofila-a e microcistina no rio Tapajós de out/2010 a set/2011 .....	30
Figura 2 - Ocorrência de floração planctônica no rio Tapajós .....	32
Quadro 2 - Concentrações de oxigênio dissolvido (OD), clorofila-a .....	33
Quadro 3 - Áreas do conhecimento e componentes curriculares da BNCC.....	34
Quadro 4 - Risco para saúde, relativos a clorofila-a e densidade de células .....	40
Quadro 5 - Poluição de nutrientes.....	41
Quadro 6 - Estados tróficos e riscos para contato primário e secundário .....	41
Quadro 7 - Nível de risco para a presença de cianobactérias.....	42
Mapa 4 - Área monitorada por sensoriamento remoto 2450 km <sup>2</sup> .....	45
Figura 3 - Painel pós-login do cyanolakes.com .....	46
Figura 4- Tela dos dados de clorofila-a .....	47
Figura 5 - observação da área de ocorrência de cianobactérias.....	48
Mapa 5 - Pontos de coleta de amostras para análise de clorofila-a .....	50
Fórmula 1 – Cálculo para concentração de clorofila-a .....	52
Figura 6 - Questionário tipo Likert aplicado aos discentes .....	56
Gráfico 1 - Nível e pluviosidade do rio tapajós de nov/2018 a out/2019.....	58
Gráfico 2 - Médias de clorofila-a em função do nível do rio Tapajós.....	59
Mapa 6 - Mapas mensais de clorofila-a.....	60
Mapa 7 - Áreas de florações de cianobactérias em função de seca e cheia.....	61
Gráfico 3 - Áreas de cobertura das florações nos 2450 km <sup>2</sup> .....	63
Tabela 2 - Dados físico-químicos do rio Tapajós .....	64
Equação 1 - Definição de pH e concentração molar de [H <sup>+</sup> ] .....	65
Tabela 3 - Resultados das análises de clorofila-a .....	66
Tabela 4 - Percentuais mensais de eutrofização no rio tapajós .....	67
Gráfico 4 - Níveis de risco para cianobactérias no rio Tapajós .....	69
Gráfico 5 - Níveis de risco para atividades contato primário .....	70
Gráfico 6 - Níveis de risco para atividades contato secundário.....	71

Quadro 8 - Audiovisual praias do tapajós para gerações presentes e futuras .....	72
Gráfico 7 - Percepções dos discentes a respeito do audiovisual (AV) aplicado .....	73
Gráfico 8 - Qualidade do audiovisual e relação com a realidade do educando.....	74
Quadro 9 - Roteiro de Praias do rio Tapajós para gerações presentes e futuras .....	92

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>A ÁREA DE ESTUDOS</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Localização da área de estudos</b> .....	17
2.1.1	A bacia do Tapajós.....	17
2.1.2	O Tapajós lótico e “semi-lótico”.....	19
<b>2.2</b>	<b>Audiovisuais e suas definições</b> .....	20
<b>3</b>	<b>DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	23
<b>3.1</b>	<b>Balneabilidade e florações de cianobactérias</b> .....	23
<b>3.2</b>	<b>Balneabilidade e a qualidade ambiental</b> .....	24
<b>3.3</b>	<b>As Cianobactérias</b> .....	27
<b>3.4</b>	<b>Florações de cianobactérias no rio Tapajós</b> .....	29
<b>3.5</b>	<b>Qualidade da água e a Educação Básica</b> .....	34
<b>4</b>	<b>AMPLIANDO OS ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO TAPAJÓS</b> .....	37
<b>4.1</b>	<b>Importância do sensoriamento remoto</b> .....	37
<b>4.2</b>	<b>O Cyanolakes</b> .....	38
<b>4.3</b>	<b>Níveis de risco relativo a cianobactérias em águas continentais</b> .....	39
4.3.1	Balneabilidade e os níveis de risco em relação as cianobactérias.....	39
4.3.2	Os níveis de eutrofização.....	40
4.3.3	As orientações para atividades recreacionais aquáticas.....	41
<b>4.4</b>	<b>TDICS, vídeos didáticos e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)</b> .....	42
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	44
<b>5.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	44
<b>5.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	44
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	45
<b>6.1</b>	<b>Da obtenção dos dados na área estudada</b> .....	45
6.1.1	Delimitação da área monitorada.....	45
6.1.2	Obtenção de dados através sensoriamento remoto.....	46
6.1.3	Mapas obtidos por sensoriamento na área estudada.....	49
6.1.4	Pontos de coletas das amostras para análise de clorofila-a.....	49
6.1.5	A coleta das amostras.....	50
6.1.6	Preparação e preservação das amostras.....	51
6.1.7	Análise de clorofila-a.....	51

6.1.8	Dados da ANA (Agência Nacional de Águas)	52
<b>6.2</b>	<b>Da produção do audiovisual</b>	<b>52</b>
6.2.1	Fluxograma de um áudio visual	52
6.2.2	Coleta de dados e estruturação do tema	53
6.2.3	Elaboração do argumento e roteiro	53
6.2.4	Elaboração do <i>storyboard</i>	54
6.2.5	Captação de imagens	54
6.2.6	Elaboração de ilustrações e animações	54
6.2.7	Elaboração de narrativa	54
6.2.8	Edição e finalização de vídeos	55
<b>6.3</b>	<b>Aplicação e validação do produto didático audiovisual</b>	<b>55</b>
6.3.1	Na Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica	56
6.3.2	Na Rede Estadual de Ensino no Pará	57
<b>7</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>58</b>
<b>7.1</b>	<b>Por sensoriamento remoto</b>	<b>58</b>
7.1.1	Pluviosidade e variação do nível do rio Tapajós	58
7.1.2	Médias mensais da concentração de clorofila-a	59
7.1.3	Variações na concentração de clorofila-a no rio Tapajós	60
7.1.4	Áreas de cobertura das florações no rio Tapajós	61
7.1.5	Percentuais das áreas de cobertura das florações	62
<b>7.2</b>	<b>A partirt das coletas de amostas</b>	<b>63</b>
7.2.1	Dados físico-químicos	63
7.2.2	Análises das amostras de clorofila-a coletadas	66
<b>7.3</b>	<b>Análises dos níveis de risco</b>	<b>67</b>
7.3.1	Estado eutrófico ou poluição de nutrientes	67
7.3.2	Níveis de risco para incidência de cianobactérias	68
7.3.3	Níveis de risco para contato primário e secundário	69
<b>7.4</b>	<b>O produto audiovisual</b>	<b>71</b>
7.4.1	Percepções dos discentes sobre o produto audiovisual	73
<b>8</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	<b>76</b>
<b>8.1</b>	<b>Com base nos dados de sensoriamento remoto e de campo</b>	<b>76</b>
<b>8.2</b>	<b>Sobre a aplicação do produto audiovisual e sua validação</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE A - ELABORAÇÃO DE ROTEIRO DO AUDIOVISUAL</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O nome dado ao rio Tapajós, é originário da presença da etnia indígena Tupaiu ou Tapajó, que habitava as áreas da foz do Tapajós, antes da chegada do colonizador europeu nas Américas (NEVES, 2006). Um dos núcleos da etnia dos tapajóses, encontrava-se no mesmo local da atual sede do município de Santarém-PA, onde ainda são encontradas as principais marcas da presença destes indígenas como a cerâmica Tapajoara (NIMUENDAJÚ, 1953; SANTOS, 1999).

Em meados do Século XX as praias do Tapajós motivaram uma identidade local e regional, um retrato da cultura contemporânea de Santarém e região, estas praias provavelmente são o maior motivo do vínculo dos santarenos com a natureza, o que pode ser observado pela produção cultural, enfatizada em obras musicais inspiradas nas belezas naturais e no estilo de vida dos habitantes locais, moldado pelo rio Tapajós (FONSECA, 2006).

As praias urbanas e periurbanas, faziam parte do cotidiano de Santarém, as mais famosas praias são a Vera Paz, a Coroa de Areia, a São Marcos, a Maria José e a Prainha, que atualmente tem suas áreas usadas para outros fins não recreacionais, sendo que algumas encontram-se poluídas e impróprias para banho (AMORIM, 1999).

De julho a dezembro, as praias do Tapajós são reveladas com a descida do nível das águas. No decorrer das margens surgem as praias de areias brancas e finas, águas mornas e transparentes que no conjunto dão ao rio Tapajós um tom azul e se assemelham a praias litorâneas, talvez por este motivo denominaram a região das praias de Santarém como o “caribe amazônico” (DIAS, 2019).

As praias do Tapajós eram conhecidas regionalmente e utilizadas a décadas, mas não possuíam atividades de turismo de massa. Também observa-se crescimento de outras atividades antrópicas, principalmente atividades agropecuárias e especulação imobiliária, o que provavelmente tem levado a região a sofrer com a perda de qualidade ambiental (NÓBREGA, 2012).

A porção final do rio Tapajós, nos municípios de Belterra e Santarém, possui um cenário diferenciado da Amazônia, com praias fluviais, que já possuía uma boa

visitação turística desde a década de 1990, mas ganhou maior destaque quando em 2009 uma coluna especializada do jornal The Guardian, escolheu o Alter do Chão como a melhor praia do Brasil, o que a consolidou como um destino turístico nacional e internacional (SILVA, 2018).

Em 2015 Alter do Chão foi interditada a pedido do Ministério Público do Pará, devido a recorrentes casos de hepatite A, com surtos epidêmicos desde 2012 e após análises que atestaram a presença de altos níveis de coliformes<sup>1</sup>, quando várias áreas de praia na vila de Alter do Chão foram classificadas como imprópria para uso em atividades recreativas de banho (NOVAES, 2015).

Também a partir de 2015 a margem direita do rio Tapajós passou a ter monitoramento da balneabilidade<sup>2</sup> com base na Resolução nº 274/2000 do CONAMA, garantindo a segurança dos banhistas. Ressalta-se que estes monitoramentos respaldam o uso das praias em períodos de grandes demandas de serviços turísticos, como por exemplo festas de final de ano, carnaval, férias de julho e na segunda semana de setembro de cada ano, quando ocorre o Sairé, a maior festividade de Alter do Chão (BRASIL, 2017 b).

Desde meados da década de 1990, a partir de quando se observou o aumento de atividades antrópicas no Tapajós, notou-se a acentuação do “limo do Tapajós”, fenômeno pelo qual em certos períodos observa-se a ocorrência sazonal de florações<sup>3</sup> planctônicas, podendo em algumas ocasiões observar-se manifestações de uma espuma esverdeada em extensas áreas do rio Tapajós (SILVA; PELEJA; MELO, 2019).

Este cenário de contrastes é a base deste trabalho que reúne o levantamento dos dados obtidos e converte-os para um produto audiovisual para fins didáticos e informativo em formato audiovisual. Tem-se portanto um forte embasamento em dados de pesquisa que visam dar ao espectador/educando/docente o conhecimento

---

<sup>1</sup> Coliformes fecais ou termotolerantes, são bactérias que estão presentes em grandes quantidades no intestino do homem e animais de sangue quente (BRASIL, 2005).

<sup>2</sup> É a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, determinada a partir da quantidade de bactérias do grupo coliforme presentes na água (BRASIL, 2000).

<sup>3</sup> É a proliferação excessiva de micro-organismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície (BRASIL, 2000).



sobre os fatos, os fenômenos naturais e as questões socioambientais do rio Tapajós, podendo haver possíveis conexões, discussões e reflexões, com a realidade e vivências do espectador, possibilitando uma aprendizagem significativa (LUCENA; SANTOS, 2019).

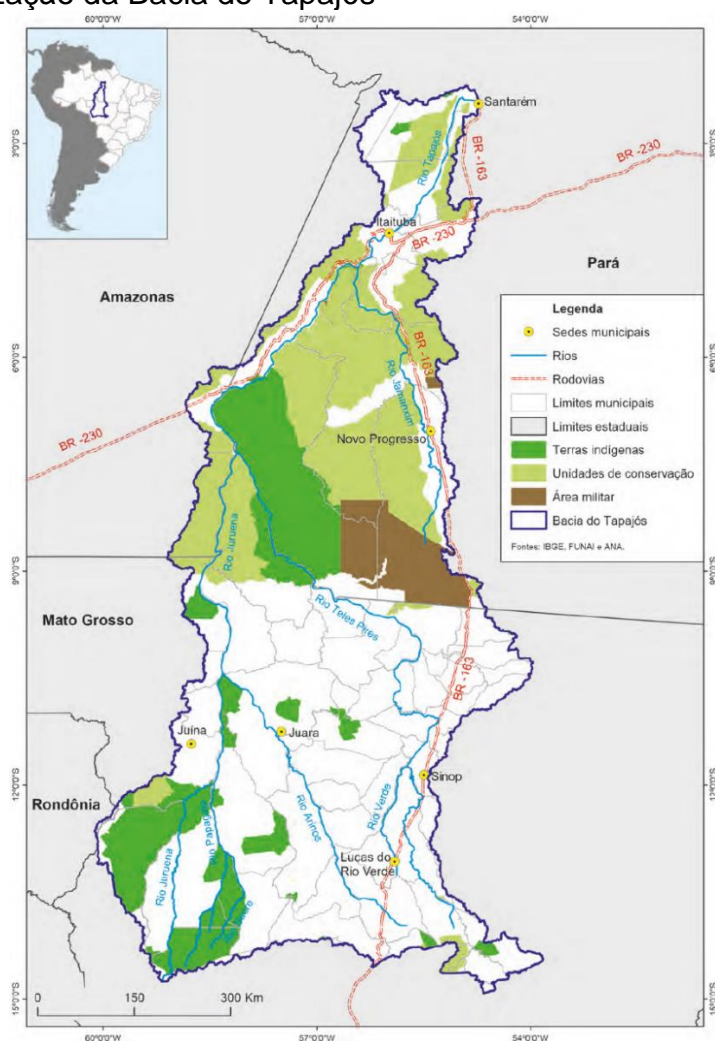
## 2 A ÁREA DE ESTUDOS

### 2.1 Localização da área de estudos

#### 2.1.1 A bacia do Tapajós

Abrangendo os estados do Mato Grosso, Amazonas e Pará, a bacia do Tapajós integra os biomas da Amazônia e do Cerrado, compreende uma área aproximada de 760.000 km<sup>2</sup> (Mapa 1). Esta bacia sofre diversas pressões antrópicas como: exploração madeireira, agronegócio, uso como hidrovia, portos graneleiros, pecuária, lavra de ouro, aproveitamento hidroelétrico e turismo (THE NATURE CONSERVANCY, 2018).

Mapa 1 – Localização da Bacia do Tapajós



Fonte: The Nature Conservancy (2018).

O Tapajós tem suas nascentes no Brasil Central, mas só é denominado rio Tapajós a partir da junção dos rios Juruena e Teles Pires. Possui poucos grandes afluentes a partir de então, dentre os quais destacam-se o Jamanxim o grande afluente da região de garimpos e o rio Arapiuns, o único grande tributário<sup>4</sup> da porção final que deságua no rio Tapajós a cerca de 35 km de sua foz no rio Amazonas em frente ao núcleo urbano de Santarém (SIOLI, 2006).

Com características geoquímicas singulares na Amazônia, o quinto maior afluente do rio Amazonas, apresenta-se como um rio geologicamente antigo de águas transparentes (ROCHA; OLIVEIRA, 2016). Possui leito definido, com poucos sedimentos em suspensão e escassos nutrientes dissolvidos (SIOLI, 2006), que vem sofrendo decréscimo de biomassa devido a pressões de pesca e desmatamento (CAPITANI, 2017).

A região do médio Tapajós, possui no Pará uma província aurífera entre os municípios de Jacareacanga, Novo Progresso e principalmente Itaituba. A exploração de ouro é feita na forma semiartesanal mecanizada, trazendo danos ambientais no solo e águas, como em certos pontos, onde desaguam os afluentes oriundos das áreas de garimpo, como o rio Crepori e rio Jamanxim, onde o rio Tapajós deixou de ter águas transparentes e passou a ter águas claras ou “barrentas” (LOBO *et al.*, 2017). O rio Tapajós é navegável desde Itaituba até a sua foz em Santarém.

A navegação regional foi aumentada com mais embarcações fazendo o escoamento de grãos do Centro-Oeste através de portos no Pará, como em Santarém e em Miritituba um distrito de Itaituba. Em Santarém, devido o grande calado, os portos recebem navios para o transporte de grãos, (POMPERMAYER *et al.*, 2014; THE NATURE CONSERVANCY, 2018).

---

<sup>4</sup> Tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório (BRASIL, 2005).

### 2.1.2 O Tapajós lótico e “semi-lótico”

Os sistemas lênticos<sup>5</sup>, favorecem a eutrofização, o que pode promover o crescimento de organismos fotossintetizantes aquáticos, seja fitoplâncton e macrófitas, com destaque para as cianobactérias, que é a fração do fitoplâncton mais evidente nesta condição (CRUZ; VIANA, 2019), portanto o rio Tapajós no trecho estudado, de Aveiro até Santarém, apresenta a características favoráveis a ocorrência de fenômenos eutróficos e suas consequências (SILVA; PELEJA; MELO, 2019).

Destaca-se neste trecho do rio Tapajós a prevalência nas suas margens de unidades de conservação do SNUC e suas populações tradicionais, sendo na margem direita a partir da sede do Município do Aveiro até os limites do município de Belterra tem-se a Floresta Nacional do Tapajós e na margem esquerda, desde os limites do município de Aveiro até o município de Santarém, tem-se a Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns (THE NATURE CONSERVANCY, 2018).

Desde sua nascente até o município de Aveiro o Tapajós é considerado um sistema lótico.<sup>6</sup> De Aveiro até a foz em Santarém, o Tapajós, segundo Lobo *et al.* (2017) é considerado um sistema “semi-lótico”, que devido a baixa velocidade de suas correntes, pode favorecer a eutrofização<sup>7</sup>, caracterizada principalmente, pelo aumento de nitratos e fosfatos dissolvidos (Mapa 2).

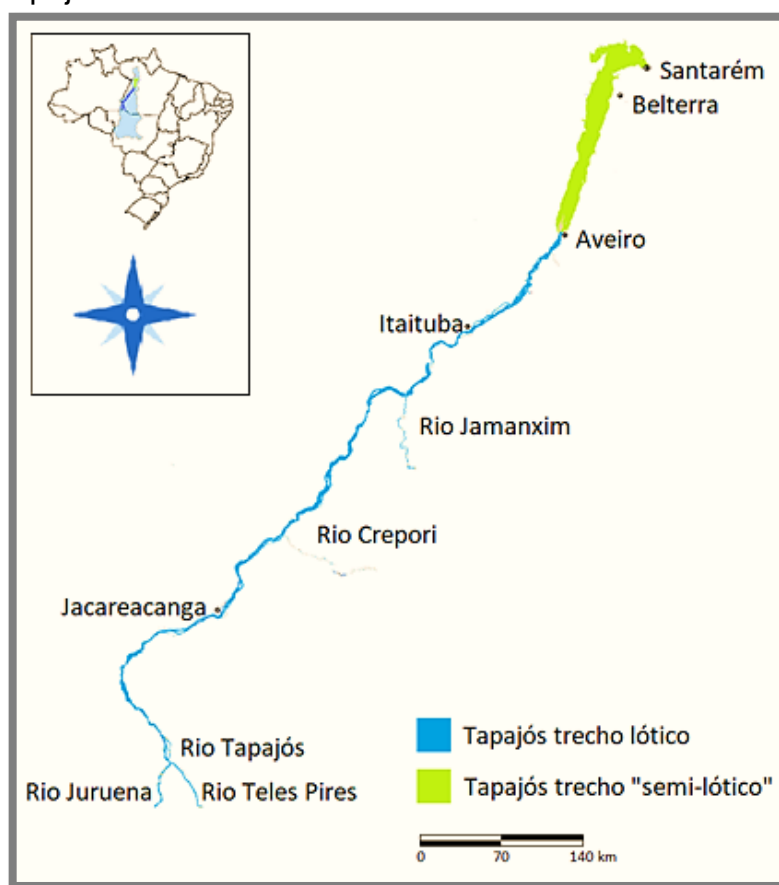
---

<sup>5</sup> Refere-se a água parada, sem correntezas ou com correntes de baixíssima velocidade, geralmente as águas são estagnada (BRASIL, 2005).

<sup>6</sup> “Ambiente relativo a águas continentais moventes” (BRASIL, 2005).

<sup>7</sup> Ou eutroficação é um processo em que um corpo aquático passa a ter elevados níveis de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, favorecendo o crescimento de organismos planctônicos como algas e cianobactérias e pode originar a acumulação de materiais orgânicos, pela diminuição de oxigênio e aumento de matéria orgânica em decomposição (AGUJARO, 2007).

Mapa 2 - Rio Tapajós lótico e “semi-lótico”



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Lobo *et al.* (2017).

## 2.2 Audiovisuais e suas definições

Os vídeos, neste caso informativo-didáticos, que de forma genérica denomina-se aqui audiovisual, seja sobre pessoas, acontecimentos, objetos, pensamentos, arte, ciência, são caracterizados pela exploração ou documentação da realidade, são a representação de fatos ou fenômenos dentro de uma visão (NICHOLS, 2005). Vale aqui distinguir audiovisuais por exemplo para fins didáticos, de filmes de não ficção como os documentários, pois podem ter o mesmo formato e produção de filmes de ficção, mas se diferem em pontos chave em especial o objeto e finalidades de cada um (PENAFRIA, 2005).

Os filmes, sejam de ficção ou documentários, tem fins, que não são exatamente a educação formal, não há impedimentos de sua utilização para atividades de aprendizagem, desde que haja mediação adequada, observações sobre a temática a ser trabalhada, levando-se em conta a maturidade e capacidade

de apropriação do espectador; sob pena de perda da finalidade. O uso erroneamente conduzido pelo mediador, pode ter outras conotações, que não a proposta para fins da educação formal (FREITAS; ANDRADE, 2019).

Os audiovisuais vem ganhando força nos últimos anos como ferramenta educacional, nas mais diversas interfaces do conhecimento, proporcionando múltiplas formas de aplicações através de conceitos e fatos cotidianos, encadeados por vezes de forma lúdica, proporcionam a formação de conceitos com base na temática observada, que devido a fácil e providente difusão na web, permite-se a utilização inclusive nos horários em espaços informais de educação (GREGOLIN; SACRINI; TOMBA, 2002).

Os filmes de não ficção como documentários, se enquadram no gênero cinematográfico, utilizam linguagem cinematográfica, planos de enquadramento, narrativa, fotografia, montagem e trilha sonora. Também buscam evidenciar um fato, são parciais pois defendem uma ideia ou argumentação e possuindo diferentes formas de abordagem de um tema (SOUZA, 2008).

Não se pode confundir o documentário com reportagem jornalística. O jornalismo deve ser imparcial, já o documentário defende uma ideia e o produto é uma argumentação. Ressalta-se contudo que o formato de documentário clássico serve de referência para as grandes reportagens do jornalismo (SOUZA, 2007).

Para Nodari (2012) não se faz filmes sem pesquisa, esta é parte integrante de audiovisuais, sendo um elemento fundamental de um roteiro, a pesquisa define se o projeto é viável e se tem credibilidade. Deve-se entender a pesquisa não como mais um elemento, mas o fundamento das etapas iniciais de um audiovisual.

Sendo bem realizada a pesquisa e com uma estratégia definida é possível encontrar a forma do roteiro que o estilo do audiovisual requer, dando-lhe a estética mais adequada e as tomadas de decisões sobre a melhor forma de trabalho, como nas locações para captação de imagens, elaborações de animações ou execução de entrevistas, pois o conteúdo já pode ser pré-estabelecido (COELHO, 2011).

Uma boa pesquisa deve reunir informações sobre o tema do audiovisual, informações dos prós e contras à linha do argumento, listar as entrevistas necessárias por tema, facilidade de acesso e catalogar os entrevistados. Deve-se

listar as fontes primárias e secundárias de pesquisa, as locações que serão utilizadas apontando-se, com estes dados, qual será o encaminhamento (foco principal) do audiovisual (COMPARATO, 2009).

As fontes de pesquisa de um audiovisual, são primárias e secundárias, as fontes primárias são as mais próximas à origem da informação, proporcionam informação direta, sem mediação sobre o objeto em estudo. São contatos, informações em documentos, entrevistas, acervos de órgãos públicos. As fontes secundárias são documentos ou gravações, que relacionam informações apresentadas em outros lugares. São cartas, releases, outras mídias, agências de notícias e órgãos de pesquisa (NICHOLS, 2005).

### 3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

#### 3.1 Balneabilidade e florações de cianobactérias

As praias do núcleo urbano de Santarém não são mais utilizadas para banho por perda de qualidade de suas águas, a partir da praia do Maracanã em direção a montante<sup>8</sup> (Oeste) as praias, apesar da perda da qualidade ambiental, tem uso frequente em atividades recreacionais de banho. Supõe-se que os problemas ambientais se acentuaram, provavelmente pelo crescimento das atividades turísticas, ocupação do solo e especulação imobiliária (CARDOSO *et al.*, 2017).

Santarém e Belterra, apesar do mais evidente uso em turismo de massa, se consolidam como destinos de modalidade turística de viés ambiental, relacionados ao patrimônio natural (praias, floresta nacional, reserva extrativista). Os atrativos culturais também vêm se fortalecendo, como por exemplo a visitação a museus, o turismo científico, a busca do conhecimento da cultura e da gastronomia locais, também se intensificaram (ALFONSO; PY-DANIEL, 2013).

Com respeito a qualidade ambiental de balneários, segundo Nóbrega (2012) a qualidade da água em praias, exerce grande influência sobre o turista, sendo um componente imprescindível na formação de um conjunto, com os demais atrativos turísticos, gerando expectativa de um ambiente aprazível. A visão de praias tropicais em países como o Brasil, faz o turista associar a qualidade da água à qualidade da praia, sendo este o aspecto mais importante na visão do turista e banhista (SOUZA; SILVA, 2015).

Observando-se as praias do Tapajós, físico-esteticamente sugere-se uma área com poucos problemas ambientais, mas a beleza paisagística pode ofuscar estes problemas, possivelmente evidenciados desde seu uso mais intenso a partir de 2009. Um exemplo é a impermeabilização de áreas urbanas em Santarém, que tem carregado através de águas pluviais, dejetos e materiais suspensos ao Lago do Juá, atingindo as praias da Salvação e Juá (SILVA; BRAGA, 2016).

---

<sup>8</sup> É o sentido contrário ao da correnteza em um curso de água (da a foz para a nascente). (ESTEVES, 1998).



Este exemplo, se replica em outros canais, lagunas e cursos dos pequenos tributários da margem direita, trazendo danos ambientais acentuados devido a topografia e a frialdade existente nas margens do Tapajós, ou seja, a predominância superficial de solos de textura arenosa, que com a retirada da cobertura vegetal, sofrem facilmente a erosão, favorecendo o assoreamento e alterações na turbidez nas áreas de praias que recebem estas águas (BRASIL, 2017 b; RENTE, 2006).

### **3.2 Balneabilidade e a qualidade ambiental**

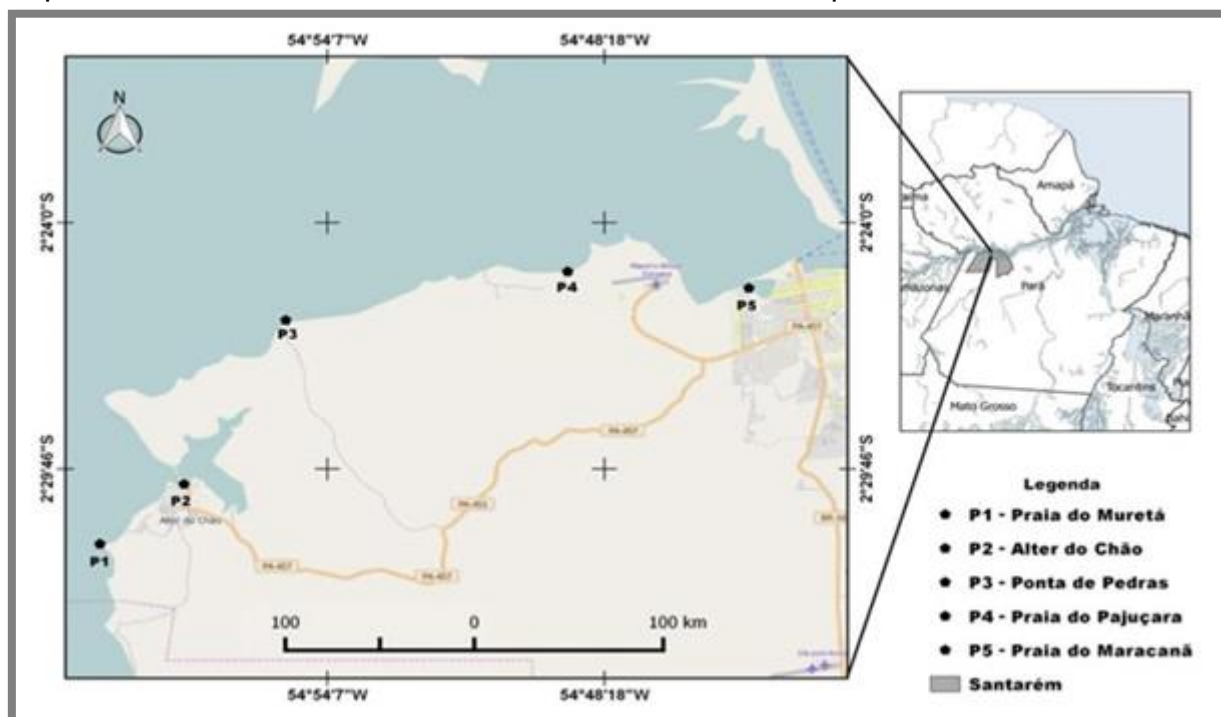
O conceito de balneabilidade envolve as condições sanitárias de um corpo hídrico, para que este seja classificado como próprio ou não para atividades recreacionais de banho (CAMPOS; CUNHA, 2015)., conforme a Normativa 274/2000 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), garantindo a qualidade de água para banho e atividades recreacionais aquáticas (BRASIL, 2000). Este conceito traduz-se na segurança aos usuários, com relação a qualidade da água em praias ou balneários, sejam costeiros ou águas continentais (NÓBREGA, 2012).

Após a interdição de Alter do Chão em 2015 iniciou-se o monitoramento da balneabilidade em pontos de amostragem que foram definidos observando as praias com maior frequência de banhistas. As coletas de amostras ocorrem em área isóbata<sup>9</sup> de 1m de profundidade, nos quais são coletados os dados de pH e temperatura, e são coletadas amostras para análises de coliformes. Conforme determina a Resolução 274/2000 são feitas cinco coletas em dias consecutivos (BRASIL, 2000).

---

<sup>9</sup> É uma linha imaginária que une todos os pontos na mesma profundidade, considerando o relevo da área analisada (BRASIL, 2000).

Mapa 3 - Pontos de monitoramento da balneabilidade nas praias de Santarém-PA



Fonte: Conagua Ambiental (2017).

Os dados de monitoramento da balneabilidade são realizados trimestralmente desde 2015 sob a coordenação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) em Santarém-PA, sendo o monitoramento da balneabilidade, inicialmente realizado pelo Laboratório de Biologia Ambiental da UFOPA e atualmente é feito pela empresa CONAGUA Ambiental que é a responsável pelo levantamento dos dados.

As amostras de água coletadas são preservadas e levadas ao laboratório para análise microbiológicas de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*, sendo medidos os resultados em Unidades Formadoras de Colônias, passando por filtração a vácuo em membrana porosa e colocadas em meio de cultura ENDO (CONAGUA AMBIENTAL, 2017).

O material cultivado é distinto por coloração e os resultados são enquadrados de acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000 como próprias, excelentes, muito boas ou satisfatórias e impróprias (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação quanto a categoria de balneabilidade

CATEGORIAS DE BALNEABILIDADE	QUANDO EM 80 % OU MAIS DAS 5 AMOSTRAS HOVER NO MÁXIMO			
	<i>Escherichia coli</i> *	Coliformes termotolerantes*	pH	T°C
Própria/Excelente	250	200	6,00 a 9,00	Sem Referência
Própria/Muito Boa	500	400		
Própria/Satisfatória	1000	800		
Imprópria	2500	2000		

\*Número de Unidades Formadoras de Colônias

Fonte: (BRASIL, 2000)

Destaca-se que não há um monitoramento contínuo, os resultados das análises de balneabilidade servem para o período das análises se não se sabe dos dados de balneabilidade da água nos intervalos desses monitoramentos. As praias da margem direita do Tapajós, entre Belterra e Santarém, sofrem diversas pressões antrópicas, das quais destaca-se: o turismo praia sol, o despejo de efluentes de esgotamento sanitário, a presença e fluxo de embarcações turísticas, falta de coleta de resíduos sólidos e drenagem inadequada de águas pluviais (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Nas praias da margem direita do rio Tapajós em Santarém há placas fixadas no substrato em estacas de madeira, da mesma forma que placas de sinalização de trânsito, que demonstram o resultado das análises de balneabilidade (Figura 1), observa-se que não há tarjas móveis ou possibilidades de alteração do resultado na placa caso o resultado seja impróprio.

Figura 1 - Placas de balneabilidade em Alter do Chão



(A) Orla de Alter do Chão, (B) Escadaria e (C) Ilha do Amor  
Fonte: Autor do trabalho.

### 3.3 As Cianobactérias

As cianobactérias já foram chamadas cianofíceas e algas azuis, são organismos unicelulares, surgiram na Terra há cerca de 3 bilhões de anos e mudaram a atmosfera terrestre, passando a produzir, através de um então novo processo chamado fotossíntese, um gás que não existia neste período, o oxigênio. São unicelulares e procariontes sendo mais próximas taxonomicamente de bactérias de que dos micro-organismos que fazem parte do fitoplâncton (MONDARDO, 2004).

Sabe-se que as grandes florestas não são as maiores fornecedoras de oxigênio para a atmosfera terrestre, as plantas desempenham papéis importantes na base das cadeias alimentares e no clima (ESTEVES, 1998), produzem oxigênio através da fotossíntese, mas no conjunto com os organismos componentes dos sistemas florestais consomem grandes volumes de oxigênio, enquanto o fitoplâncton produz grandes volumes de oxigênio e pouco os consome. Este saldo, das cianobactérias e demais componentes do fitoplâncton, fornece a maior parte do oxigênio atmosférico disponível (SALGADO-LABOURIAU, 1996).

As cianobactérias ocorrem em regiões áridas, polares e em inhóspitas fontes termais, podem viver sobre rochas, cascas de árvores formando líquens, mas a maioria das espécies vive em ambiente aquático (MARIN *et al.*, 1999). Produzem

pigmentos secundários com destaque para a clorofila-a<sup>10</sup>, o pigmento fotossintetizante mais importante no estudo das cianobactérias, pois de acordo com a concentração de clorofila na água, pode-se estimar a quantidade de cianobactérias em um ambiente (OLIVEIRA, 2012).

As cianobactérias podem ser usadas na produção de biocombustíveis (ELICKER, 2015), possuem grande potencial biotecnológico observado na produção de substâncias antioxidantes, de potencial nutricional, terapêutico e de suplementação alimentar (OLIVEIRA, 2013; BRIGAGÃO, 2014), são a base da cadeia alimentar nos ecossistemas em que vivem, mas para se defender de predadores e da competição podem produzir cianotoxinas<sup>11</sup>, substâncias tóxicas que causam riscos aos seres vivos que de alguma forma utilizam as águas contaminadas com estas substâncias (SIQUEIRA; OLIVEIRA-FILHO, 2008).

O Brasil teve um dos casos mais dramáticos com relação as cianotoxinas, a “tragédia de Caruaru” em Pernambuco, na qual morreram 60 pacientes de hemodiálise, devido a água utilizada no procedimento estar contaminada com microcistina. O Nordeste do Brasil, é uma região com grande incidência de cianobactérias, provavelmente isto se deve ao fato de ter-se muitas áreas semiáridas, nas quais são necessários reservatórios de água para abastecimento de áreas urbanas e rurais, os açudes, alguns destes eutrofizados e com ocorrência de florações de cianobactérias (BRIGAGÃO, 2014).

A perda da qualidade da água devido a ocorrência de florações planctônicas é um fenômeno global. Nas áreas mais urbanizadas de todos os continentes, há a cada dia menos água potável disponível devido principalmente a contaminação de águas superficiais. Em caso de eutrofização pode ocorrer o aumento de florações planctônicas e a presença de cianotoxinas, especialmente em regiões nas quais os recursos hídricos são menos disponíveis, trazendo transtornos para captação de água destinada ao abastecimento público, sobretudo a partir de sistemas lânticos (AZEVEDO; VASCONCELOS, 1998).

---

<sup>10</sup> É o pigmento fotossintetizante mais abundante presente em plantas, fitoplâncton e em cianobactérias (OLIVEIRA, 2012).

<sup>11</sup> São toxinas produzidas por algumas espécies de cianobactérias em água doce ou salgada (BRASIL, 2015).

Além das alterações climáticas a superoferta de nutrientes é o fator que possivelmente mais contribui para a acentuação deste problema. Em condições normais as cianobactérias têm suas populações limitadas por fatores climáticos, luminosidade e ofertas de nutrientes. A alteração de um ou mais desses fatores, ocasiona aumento ou diminuição de suas populações (OLIVER; RIBEIRO, 2014).

As florações ou blooms<sup>12</sup>, estão geralmente relacionadas aos processos de eutrofização, que é a superoferta de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, através de esgotos, efluentes industriais e atividades agropecuárias. Estas manifestações de cianobactérias alteram a coloração da água e a tornam imprópria para ingestão e banho, por apresentar alterações de sabor, odor e em alguns casos, por apresentar as cianotoxinas, substâncias produzidas por algumas cianobactérias que podem ocasionar intoxicações e até morte de organismos aquáticos, de animais e do ser humano (PRIMAVESI; ARZABE; PEDREIRA, 2007).

De nada adianta ferver, filtrar ou clorar a água, os métodos convencionais, para tratamento de água, não têm eficácia para águas contaminadas com cianotoxinas (MORAIS, 2012).

### **3.4 Florações de cianobactérias no rio Tapajós**

Em um esforço de coleta em março de 2007, (SÁ *et al.* 2010) registraram a manifestação de florações de cianobactérias e seus efeitos no rio Tapajós em uma área a 30 km a noroeste de Santarém, atestada através de análises e testes da presença de cianotoxinas, havendo o registro fotográfico de extensas florações de cianobactérias na área estudada.

Em outro trabalho realizado na margem direita do Tapajós, próximo a Santarém, em um levantamento durante 12 meses entre setembro de 2011 a outubro de 2012, Silva (2012) registrou: a ocorrência de florações, a presença de 11 gêneros de cianobactérias, as médias mensais dos níveis de clorofila-a e as concentrações de cianotoxinas (Tabela 1).

---

<sup>12</sup> Termo que deriva do inglês que significa que florações, sendo também utilizada para descrever as florações planctônicas extensas (LOBO *et al.*, 2017).

Tabela 1 - Clorofila-a e microcistina no rio Tapajós de out/2010 a set/2011

<b>Meses</b>	<b>Clorofila-a (<math>\mu\text{g.L-1}</math>)</b>	<b>Microcistina (<math>\mu\text{g.L-1}</math>)</b>
out/10	3,32	0,060
nov/10	3,52	0,047
dez/10	6,34	0,059
jan/11	2,87	0,028
fev/11	2,17	0,010
mar/11	11,87	0,052
abr/11	2,06	0,103
mai/11	1,05	0,080
jun/11	1,32	0,049
jul/11	8,7	0,040
ago/11	6,08	0,040
set/11	1,96	0,086

Fonte: Silva (2012)

Através de sensoriamento remoto<sup>13</sup>, Lobo *et al.* (2017), demonstraram a ocorrência das cianobactérias não está limitada a área das praias da margem direita. O trabalho evidenciou que as cianobactérias, não estão restritas a área das praias da margem direita e que as florações ocorrem no rio Tapajós desde o município de Aveiro até a orla da sede do município de Santarém. O autor observou outras áreas de ocorrência de extensas florações, como a foz do tributário rio Amorim.

A morfologia do Baixo Tapajós, de Aveiro até sua foz em Santarém, na qual este corpo hídrico se torna similar a um lago, faz deste trecho do rio tapajós, um ambiente favorável a eutrofização, este fator fez Lobo *et al.*(2017) denominar este trecho do Tapajós de “semi-lótico” (Mapa 2), ou seja, um rio, um sistema lótico, mas com características de um sistema lêntico, favorável a ocorrência de eutrofização. O mesmo autor destaca que o aumento das atividades de garimpagem de ouro em pequena escala, no médio Tapajós e seus afluentes, na região da província aurífera

<sup>13</sup> É o registro da interação da radiação eletromagnética com a superfície terrestre, feito principalmente através de satélites, dados que enviados para estações terrestres são interpretados em mapas e cartas para as mais diversas aplicações, como mineração, agricultura e monitoramento ambiental (LUIZ *et al.*, 2002)

de Itaituba, situada a montante da área estudada, trouxe como principal consequência o aumento do número de sólidos totais dissolvidos (TSS) e alterações na turbidez da água, possivelmente provocando alterações na zona fótica, podendo ter levado as espécies planctônicas do rio Tapajós a maior competição por luminosidade.

Esta característica é observada macroscopicamente no rio Tapajós, desde a região dos garimpos, principalmente na foz dos rios Crepori e Jamanxim, por estes tributários terem perdido a característica de ter águas cristalinas e límpidas para terem águas claras e barrentas, o que vai diminuindo gradativamente por sedimentação, em direção a jusante<sup>14</sup>, e a partir dos limites do município de Belterra, quando o Tapajós volta a ter águas límpidas e cristalinas (LOBO *et al.*, 2017).

O monitoramento por sensoriamento remoto de florações planctônicas e de cianobactérias é uma realidade na Europa, África e América do Norte, mas ainda não tão explorada no Brasil. Lobo *et al.* (2017) fez um dos trabalhos pioneiros de levantamento sobre as cianobactérias na Amazônia, através de sensoriamento remoto monitorou o a ocorrências das cianobactérias no rio Tapajós, trabalho que foi caracterizado por ser um estudo de maior abrangência no ecossistema em questão, permitindo uma visualização mais ampla e dinâmica de todo o cenário, promovendo análises dos aspectos físicos, ecológicos e antrópicos, suas causas e efeitos, na ocorrência destes organismos procarióticos.

O aumento de florações de cianobactérias no rio Tapajós, tornou-se evidente a partir da década de 1990, quando se observou uma maior ocupação do solo e atividades antrópicas, favorecendo o processo de eutrofização, originada principalmente pelo despejo de efluentes não tratados de esgotos urbanos, lixiviação de áreas desmatadas e carreamento de íons oriundos de empreendimentos agropecuários, aumentando a oferta de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (SILVA; PELEJA; MELO, 2019). A ocorrência das cianobactérias é uma realidade incontestável no rio Tapajós, sendo denominada por populares como “limo” (Figura 2).

---

<sup>14</sup> É o sentido da correnteza num curso de água (da nascente para a foz) (ESTEVES, 1998).



Figura 2 - Ocorrência de floração planctônica no rio Tapajós: “Ponta do Cururu”



Fonte: Autor do trabalho.

Apesar das evidentes ocorrências das cianobactérias, as análises de balneabilidade realizadas na margem direita do rio Tapajós, não levam em conta a ocorrência das manifestações das florações planctônicas, não atendendo ao disposto no Art. 2º parágrafo 4º alínea (f) da normativa 274/2000 do CONAMA que determina:

*“Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário<sup>15</sup>) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.”*

[...]

*“§ 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:”*

[...]

*“f) floração<sup>16</sup> de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;”*

[...]

<sup>15</sup> Trata-se do contato prolongado com a água em atividades como natação, mergulho, esqui-aquático onde há grande risco de ingestão de água (BRASIL, 2005).

<sup>16</sup> Ocorre quando há grandes manifestações de micro-organismos aquáticos fotossintetizantes, genericamente conhecidos como algas, podendo haver prevalência de uma espécie. O fenômeno provém do surgimento de situações ambientais adequadas, geralmente tendo como consequência alterações na coloração da água como a formação de uma espuma esverdeada superficial (BRASIL, 2005).

Não obstante a alusão da necessidade de comprovação de que a ocorrência de florações não oferece riscos a saúde humana, vigente na Normativa 274/2000, esta não estabelece critérios, nem quantifica níveis relativos as concentrações ou índices de ocorrência desses organismos em ambiente aquático, mas a normativa 357/2005 do CONAMA, apesar da maior ênfase na classificação das águas para consumo, institui referências aos índices das cianobactérias, estabelecendo critérios de balneabilidade, conforme pode ser observado a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 - Concentrações de oxigênio dissolvido (OD), clorofila-a e cianobactérias

<b>Classe de qualidade</b>	<b>OD (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Clorofila-a (µg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cianobactérias (cel.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Uso</b>
Classe 1	≥ 6	10	20.000	Contato primário
Classe 2	≥ 5	30	50.000	Contato primário
Classe 3	≥ 4	60	100.000	Contato secundário <sup>17</sup>
Classe 4	>2	-	-	Navegação e harmonia paisagística

Fonte: (BRASIL, 2005)

As análises de plâncton e seus metabólitos, podem fazer parte das análises de balneabilidade, esclarecendo completamente se estes organismos oferecem ou não riscos aos usuários do balneário estudado. Os riscos associados a cianobactérias são determinados pela concentração das substâncias e as quantidades inaladas, ingeridas ou absorvidas por contato com as águas nas quais ocorram estes micro-organismos. Considerando os custos elevados da detecção de cianotoxinas, as análises podem ser feitas através de contagem de células e concentração de clorofila-a, o que pode determinar os riscos para uma área (AGUJARO, 2007).

---

<sup>17</sup> “Refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo)” (BRASIL, 2005).

### 3.5 Qualidade da água e a Educação Básica

Historicamente os cursos d'água sejam, rios, canais, lagos e regiões costeiras, sofrem com poluição e degradação ambiental (SOUZA; SILVA, 2015) pois recebem em algumas situações, quantidades consideráveis de resíduos sólidos e esgotos, sem que haja tratamento adequado, oriundos de áreas urbanizadas, empreendimentos industriais ou do agronegócio, estes podem causar danos ambientais e problemas aos usuários que venham a utilizar os recursos hídricos (FERREIRA; ANDRADE; COSTA, 2014).

Os índices ambientais não são muito conhecidos pela população em geral. Assim, deve-se utilizar estratégias que possam converter as informações de cunho técnico-científico para formas mais inteligíveis e amigáveis de conhecimento e interpretação de informações sobre meio ambiente, saúde, sustentabilidade e sociedade (CAMPOS; CUNHA, 2015).

De maneira geral a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para Educação Básica não deve ser vista como um currículo, mas um conjunto de orientações que pode nortear a formação dos currículos, possibilitando a elaboração de produtos educacionais, com ênfase nas características regionais e locais (BRASIL, 2017 a).

Segundo a BNCC estabelece-se para a educação básica, para o Ensino Médio, quatro grandes Áreas do Conhecimento e seus Componentes Curriculares (Quadro 3).

Quadro 3 - Áreas do conhecimento e componentes curriculares da BNCC

<b>Área do Conhecimento</b>	<b>Componente curricular (1ª, 2ª e 3ª séries)</b>
<b>Linguagens e suas Tecnologias</b>	Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação e Comunicação
<b>Matemática e suas Tecnologias</b>	Matemática
<b>Ciências da Natureza e suas Tecnologias</b>	Química, Física e Biologia
<b>Ciências Humanas e Sociais Aplicadas</b>	História, Geografia, Filosofia e Sociologia

Fonte: (BRASIL, 2017 a)

Na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tem-se os componentes curriculares ligados às questões relativas à qualidade da água, como doenças transmissíveis, eutrofização, equilíbrio iônico da água (pH e pOH). Mas a transversalidade do tema aqui estudado, permite a interação das Ciências da Natureza com as Ciências Humanas e Sociais, como nas questões relativas ao ambiente e à cidadania, observado no saneamento básico, saúde e qualidade de vida (FREITAS; ANDRADE, 2019).

Como recomenda a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), o componente curricular tem uma unidade temática que é o conjunto dos objetos de conhecimento, o que denomina-se conteúdos (PASQUALINI; MORAES AGUDO; TEIXEIRA, 2018). Estes não devem ser vistos somente como conceitos e processos e devem ser integrados ao conhecimento de forma científica, palpável e cotidiana (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011). Sendo os objetivos de aprendizagem traduzidos nas competências e habilidades (BRANCO, 2018), devendo o educador, educandos e comunidade estar envolvidos.

Na Educação Básica, o conhecimento sobre o processo de investigação no ensino de ciências conduz ao estabelecimento de desafios e leva a questionamentos sobre o seu dia-a-dia (CARLETTO; LINSINGEN, 2006). O audiovisual, aqui proposto não é um fim, é um dos meios para a consecução das competências e habilidades propostas e que permeiam o processo de construção do conhecimento, intrínseco a ação educativa, abrangendo a pesquisa, as análises e principalmente a comunicação dos resultados obtidos que integram o processo de aprendizagem (FREIBERGER; BERBEL, 2010).

A vivência dos envolvidos no processo ensino-aprendizagem na Ciências da Natureza e a construção do currículo são os elementos escolhidos para o planejamento escolar no processo ensino-aprendizagem, na proposta de um produto sobre a qualidade da água em praias, o conhecimento de professores e alunos deve ser levado em conta, mas os que não vivem nestes ambientes? Deve-se levar em conta que informações, ainda que fragmentadas, podem ser conhecidas através de recursos como jornalismo e mídias televisivas (MALCHER; RAIOL, 2018).

Reconhecer que é possível propor soluções para questões socioambientais, como a que está a baila (qualidade da água) é de grande relevância na formação do

e conhecimento de questões ambientais na Educação Básica. Almeja-se que os estudantes desenvolvam progressivamente esta habilidade, através de atividades que envolvam debates, ações, cooperação e trabalho em grupo, de forma que venham a partilhar, comunicar, socializar as intervenções e aquisições de conhecimento (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2003).

Vale aqui destacar que o ensino de Ciências, quando estabelece os procedimentos investigativos, não está atrelado a atividades que sejam realizadas somente no ambiente de sala de aula ou do laboratório. Espaços não formais de aprendizagem, contribuem para a ação docente. Segundo a BNCC (2017) métodos e seus procedimentos conduzidos nos experimentos e vivências de aprendizagem devem ser estimulados de forma a produzir o interesse e a curiosidade científica do educando, fomentando o desenvolvimento de habilidades em especial na comunicação das descobertas dos fenômenos naturais (MALCHER; COSTA; LOPES, 2013).

Mesmo tendo conhecimentos e vivências diferentes, supõe-se que haja similaridades de pensamentos e ações, o que pode ser observado na execução de atividades de grupos como mapas mentais e inferências de grupos, com um tema central sobre questões ambientais, ou jogos didáticos atrelados aos conteúdos estudados (FELBER; VENQUIARUTO, 2018).

Audiovisuais são ferramentas educacionais que auxiliam o processo de aprendizagem. Os vídeos condensam muita informação em pouco tempo, possibilitando ao educando, através de estímulos auditivos e visuais, acessar informações de locais distantes, fatos passados ou pessoas, sem sair do ambiente escolar (COELHO, 2019). O uso de audiovisual não descarta a utilização de outros recursos educacionais, bem como a mediação docente e relações interpessoais no ambiente de estudos (POLICARPO; STEINLE, 2008).

## 4 AMPLIANDO OS ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO TAPAJÓS

### 4.1 Importância do sensoriamento remoto

Fruto da detecção espectral da interação de radiação eletromagnética com a superfície terrestre, o sensoriamento remoto possibilita a identificação de diversos aspectos ambientais como tipologias de cobertura do solo, qualidade de água, ocorrência de substâncias, dentre outras possibilidades, para aplicações em agricultura de precisão, reflorestamentos industriais, manejo florestal, delimitação de grandes áreas e levantamentos populacionais (FIGUEIREDO, 2005; FLORENZANO, 2007; SOUZA, 2010).

A obtenção de dados remotos, pode ser usada para integrar os monitoramentos a campo, dependendo da velocidade de processamento, os dados e mapas podem ser disponibilizados praticamente em tempo real ou em frequências regulares (LOBO et al., 2017; CHELOTTI, 2018).

Em linhas gerais, considerando a superfície da água, o sensoriamento remoto mede a assinatura espectral de luz branca, captada nos sensores no espaço. Os dados são enviados para estações terrestres e analisados através de algoritmo<sup>18</sup>, para o que se pretende verificar. É possível obter dados de alguns materiais orgânicos, a contagem de plâncton e de materiais suspensos (LIMA *et al.*, 2019).

A detecção do fitoplâncton, por sensoriamento remoto, tem destaque para as cianobactérias, para alguns compostos orgânicos dissolvidos e para alguns materiais em suspensão (LIMA *et al.*, 2019), sendo de interesse do atual trabalho, a concentração de clorofila-a e as áreas de ocorrência de florações de cianobactérias no Baixo Tapajós.

As coletas '*in situ*'<sup>19</sup> para análises laboratoriais, permitem a obtenção de dados de importantes parâmetros físico-químicos e biológicos, dados que apesar de relevantes, quando são coletados pontualmente em uma área pesquisada, são limitados quanto à área de cobertura, pois abrangem um ou alguns pontos de uma

---

<sup>18</sup> É o conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas (MATTHEWS, 2011).

<sup>19</sup> Coletas feitas em campo, nos locais de origem das florações (CYANOLAKES, 2018).

área, não caracterizando o todo principalmente de áreas mais extensas (GREB; DEKKER; BINDING, 2018).

O monitoramento ambiental de áreas distantes ou de difícil acesso, pode exigir custos elevados e oferecer riscos aos agentes, fazendo com que o sensoriamento remoto seja uma alternativa mais viável, pois tem-se à distância e com segurança, um bom volume de dados de áreas extensas (LUIZ *et al.*, 2002).

Portanto a identificação mais rápida de áreas com problemas ambientais, antes mesmo de uma amostragem '*in situ*' e análises, permite a tomada de decisões mais rápidas com relação a riscos ambientais oferecidos a população, levando a emissão de alertas, o que é bastante eficaz, principalmente em se tratando de casos que envolvam perigos à saúde de banhistas por exemplo, em locais de atividades recreacionais aquáticas (MACKAY *et al.*, 2009).

## 4.2 O Cyanolakes

O Cyanolakes é um grupo sul-africano de monitoramento por sensoriamento remoto de cianobactérias em águas continentais no mundo inteiro, prestando serviços que permitem aos usuários ter informações sobre os riscos que estes micro-organismos possam trazer, aos que utilizam as águas do local monitorado.

Fundado em fevereiro de 2015 o Cyanolakes iniciou neste mesmo ano um protótipo para atender as necessidades do Departamento de Água e Saneamento da África do Sul. Passou a fazer monitoramentos diários desde janeiro de 2017 e desde julho de 2018, após a divulgação pública de dados do na época recém lançado satélite Sentinel-3, começou a prestar serviços comerciais.

Um de seus serviços prestados é gratuito e atende ao público em geral, no qual informações sobre cianobactérias nos corpos hídricos que monitora, chegam de forma simples e inteligível aos usuários, através do site [www.online.cyanolakes.com](http://www.online.cyanolakes.com), onde há alertas sobre os riscos para a saúde humana, sobre a poluição de nutrientes e sobre os riscos para atividades de contato primário e secundário no ambiente aquático monitorado, o que permite a tomada de decisões a respeito do uso recreacional de balneários, visando a proteção dos usuários, dos possíveis efeitos adversos das florações de cianobactérias.

Também presta serviços pagos para concessionárias de água, para governos e para pesquisadores, através de acesso restrito a usuários cadastrados são fornecidos dados numéricos e mapas dos parâmetros gratuitos anteriormente citados e de outros dados como a concentração de clorofila-a, a concentração de cianotoxinas, as áreas de florações, a contagem de células, o nível de poluição de nutrientes dentre outros; dependendo do tipo de pacote de serviços adquirido, alguns monitoramentos são disponibilizados quase em tempo real.

### **4.3 Níveis de risco relativo a cianobactérias em águas continentais**

#### **4.3.1 Balneabilidade e os níveis de risco em relação as cianobactérias**

Os níveis de risco de cianobactérias são derivados de três ou mais detecções (pixels) para a categoria de maior risco. Isto significa que se pode ter um corpo aquático de alto risco, mesmo quando apenas uma pequena área é afetada pela presença de cianobactérias. Os níveis de risco servem de alertas para análises mais acuradas, o que pode ser feito usando o mapa da área como referência, observando múltiplos fatores físico-ambientais.

As contagens de células de cianobactérias são derivadas do valor médio da clorofila-a, e das florações de cianobactérias em toda área monitorada, o que significa dizer que o valor da clorofila-a, pode não corresponder diretamente ao nível de risco. Por exemplo, havendo uma grande floração, onde a maioria dos valores são baixos (menos de 20  $\mu\text{g.L}^{-1}$  de clorofila-a), a contagem de células de cianobactérias será baixa, mas havendo uma pequena área com detecções de alto risco, o nível de risco, poderá ser considerado muito alto para toda área, observando questões como direção das correntes, direção do vento e ocorrência de chuvas.

A relação entre os valores de clorofila-a e densidade de células indicam a possível concentração de microcistina prevista e os níveis de risco (Quadro 4), mas este não é um parecer final e sim o indicativo que aponta para a necessidade de análises da presença de cianotoxinas no local estudado.



Quadro 4 - Risco para saúde, relativos a clorofila-a e densidade de células

<b>Cianobactérias Detectadas?</b>	<b>Clorofila-a (<math>\mu\text{g.L}^{-1}</math>)</b>	<b>Densidade (<math>\text{cel.L}^{-1}</math>)</b>	<b>Microcistina (<math>\mu\text{g.L}^{-1}</math>) prevista</b>	<b>Nível de risco</b>
Não	-	-	-	Baixo
Sim	< 50	< 135.000	< 20	Médio
Sim	50 – 100	< 275.000	< 40	Alto
Sim	> 100	> 275.000	> 40	Muito Alto

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

Não há relatos ou notificações sobre intoxicações por cianobactérias no rio Tapajós, por vezes a ocorrência de florações afasta os veranistas das praias, mais pelo inconveniente da coloração esverdeada e pelo mal cheiro produzido, do que pelos possíveis riscos que estes organismos possam vir a trazer (SILVA; PELEJA; MELO, 2019).

A ocorrência de florações planctônicas em áreas em que há uma grande frequência de atividades recreativas de contato primário e secundário, deve fazer parte dos programas de gestão de águas continentais ou costeiras, pois há questões ambientais e de saúde pública atreladas ao aumento de florações planctônicas, o que pode afetar a economia dos locais comprometidos, pois a diminuição de atividades turísticas, afeta o comércio e serviços locais que dependem da presença de turistas e banhistas para uma execução satisfatória (AGUJARO, 2007).

#### 4.3.2 Os níveis de eutrofização

Correspondem diretamente às categorias de status trófico para águas doces, determinadas pela OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico). Estes são determinados usando o valor médio para clorofila-a de cianobactérias e algas para toda a área do corpo aquático. Assim sendo, deve-se observar as áreas com valores mais altos ou mais baixos de clorofila-a no mapa, que indicam que o corpo d'água está em outra categoria de estado trófico. O Quadro

5 fornece detalhes de como os valores de clorofila-a correspondem ao status trófico e aos níveis de poluição de nutrientes (CYANOLAKES, 2018).

Quadro 5 - Poluição de nutrientes

<b>Poluição de nutrientes</b>	<b>Classificação do status trófico</b>	<b>Clorofila-a (<math>\mu\text{g.L}^{-1}</math>)</b>
Baixo	Oligotrófico	< 10
Médio	Mesotrófico	10 – 20
Alto	Eutrófico	20 - 50
Muito Alto	Hipertrófico	> 50

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

#### 4.3.3 As orientações para atividades recreacionais aquáticas

São baseadas no status do nível de eutrofização e nos níveis de risco das cianobactérias. Estes níveis são obtidos a partir dos valores médios de toda área estudada, podendo haver no mosaico áreas que difiram do resultado médio apresentado, o que deve ser considerado para a devida tomada de decisões sobre o risco de uso de uma área específica para atividades recreacionais aquáticas (CYANOLAKES, 2018).

O Quadros 6 e 7 fornecem a classificação do uso recreacional do corpo aquático, derivados dos valores médios de toda área analisada, podendo haver áreas que sejam adequadas ou inadequadas para atividades recreativas aquáticas, de acordo com os dados observados.

Quadro 6 - Status tróficos e riscos para contato primário e secundário

<b>Poluição de nutrientes</b>	<b>Contato Primário</b>	<b>Contato Secundário</b>
Baixo (oligotrófico)	Próprio	próprio
Médio (mesotrófico)	Próprio	próprio
Alto(eutrófico)	Impróprio	próprio
Muito Alto (hipertrófico)	Impróprio	impróprio

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

Quadro 7 - Nível de risco para a presença de cianobactérias em cada tipo de contato

<b>Nível de Risco Cianobactérias</b>	<b>Contato Primário</b>	<b>Contato Secundário</b>
Baixo	Próprio	próprio
Médio	Impróprio	próprio
Alto	Impróprio	impróprio
Muito Alto	Impróprio	impróprio

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

#### 4.4 TDICS, vídeos didáticos e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Com a popularização de acesso a internet, as mídias digitais passaram a fazer parte do cotidiano, de forma que o entretenimento atrelado as TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) tem suplantado paradigmas da educação (GENEROSO *et al.*, 2013), por levar a uma nova dinâmica em relação ao uso de instrumentos e ferramentas de ensino, notadamente pela possibilidade de armazenamento, utilização e edição de materiais em suas plataformas, relacionados a cultura, sociedade, política, ciência e tecnologia (TORI, 2018).

A busca por materiais audiovisuais pelo educador é uma atividade cansativa e demorada, o download e armazenamento de vários materiais esbarram também em questões técnicas e de direitos autorais, mas muitos vídeos retratam ações, ocorrências e fatos cotidianos, que podem ser relacionados ao conteúdo trabalhado, indo muito além de uso de um recurso, traz a possibilidade de relacionar o dia-a-dia ao conteúdo estudado, seja através de reportagens, documentários ou filmes (FREITAS; ANDRADE, 2019).

Editados por profissionais e suas equipes ou feitos de forma simples, com edição em softwares ou aplicativos, até mesmo on-line, não causa mais espanto a qualidade de alguns materiais em vídeo feitos de forma artesanal. Mas alguns vídeos observam-se conteúdos desconexos, falta de fundamentação técnico científica, presença de pontos de vista, ideologias, extremismos ou linguagem inadequada, uma significativa parte dos vídeos da internet tem, por estes motivos, sua inserção dificultada no ambiente escolar (FREITAS; ANDRADE, 2019).

A disponibilização da internet, inclusive em espaços públicos, aliada a simplicidade e praticidade dos smartphones, tem colaborado muito para o 'down' e

'up' de dados a grande rede, disponibilizando uma gama de informações em volumes crescentes a uma velocidade infinitamente superior as demais mídias off-line (RODRIGUES; COLESANTI, 2008). As novas tecnologias de informação têm nos últimos anos seu uso enfatizado pela popularização das mídias virtuais o que se traduziu em aplicações como ferramenta de educação formal e informal (TORI, 2018).

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo geral**

A partir de dados sobre a ocorrência de cianobactérias, obtidos por sensoriamento remoto no rio Tapajós desde o município de Aveiro-PA até o município de Santarém-PA, divulgar através de um produto didático audiovisual os dados obtidos, a metodologia utilizada na sua obtenção e sugerir possíveis medidas mitigadoras para o problema ambiental apresentado.

### **5.2 Objetivos específicos**

Identificar através de dados de sensoriamento remoto as áreas de ocorrência de florações de cianobactérias e as alterações da concentração de clorofila-a, em função das variações de pluviosidade e de nível do rio Tapajós.

Avaliar com base na legislação vigente os níveis de risco para balneabilidade, em relação as cianobactérias, nas áreas utilizadas para banho e recreação no rio Tapajós.

Construir um audiovisual para fins didático-informativos, valendo-se de técnicas de produção de documentário e com base em preceitos educacionais.

Aplicar e validar o material o audiovisual, observando sua efetividade como ferramenta de aprendizagem para Educação Básica.

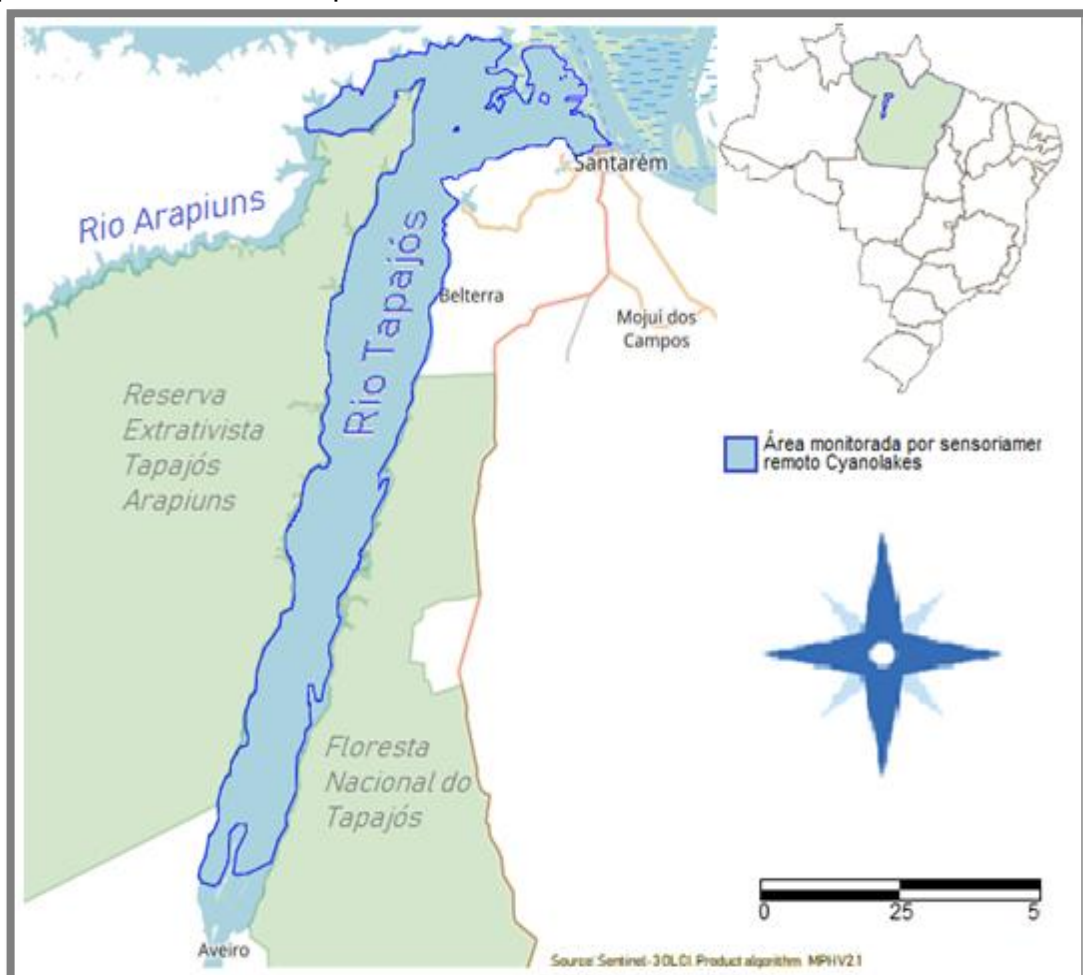
## 6 METODOLOGIA

### 6.1 Da obtenção dos dados na área estudada

#### 6.1.1 Delimitação da área monitorada

A área monitorada corresponde a parte “semi-lótica” do rio Tapajós que se estende desde a sede do município de Aveiro-PA, até a foz do rio Tapajós no município de Santarém-PA, com uma área aproximada de 2450 km<sup>2</sup>, o recorte é apresentado a seguir (Mapa 4).

Mapa 4 - Área monitorada por sensoriamento remoto com 2450 km<sup>2</sup>



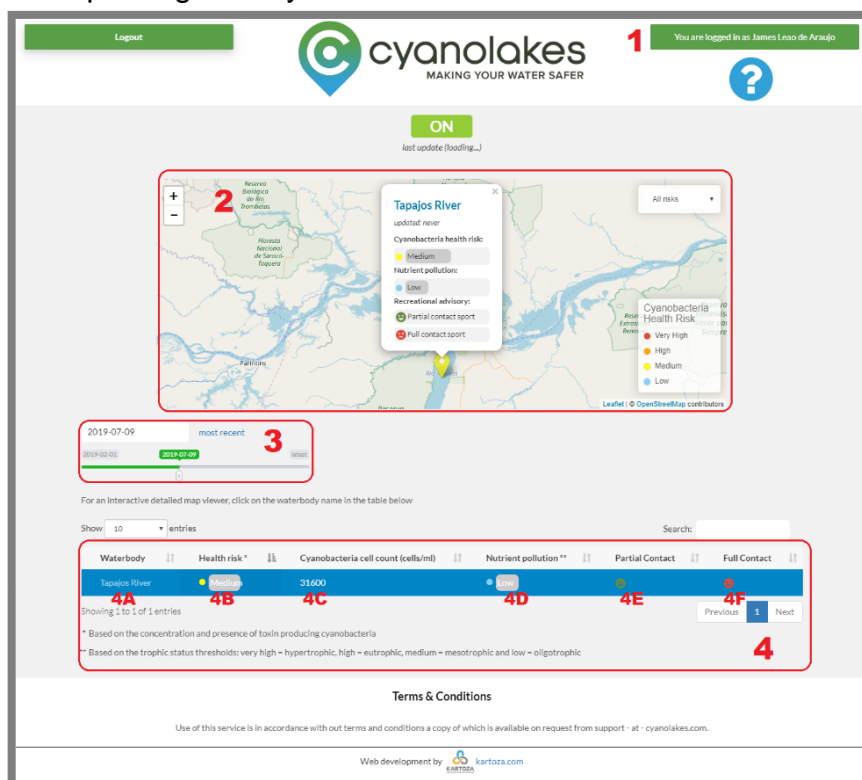
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de (CYANOLAKES, 2018)

### 6.1.2 Obtenção de dados através sensoriamento remoto

Foram disponibilizados através do Cyanolakes, os dados: a densidade de células.mL<sup>-1</sup>, a concentração de clorofila em µg.L<sup>-1</sup>, as áreas de ocorrência de florações de cianobactérias, risco para saúde, o nível de poluição de nutrientes, o risco para contato primário e o risco para contato secundário.

Reitera-se que os dados foram obtidos por sensoriamento remoto no Baixo Tapajós, no período de 15/11/2018 a 19/10/2019, através do Cyanolakes, que monitora áreas de ocorrência de cianobactérias em todo mundo, sendo que este trabalho se baseia na análise dos dados disponibilizados adquiridos conforme descrição a seguir (Figura 3).

Figura 3 - Painel pós-login do cyanolakes.com



(1) nome do usuário, (2)status de riscos para uso recreacional do dia pesquisado (3) controle de data (4A) link para o corpo aquático, (4B) indicativo de risco para saúde, (4C) contagem de células, (4D) poluição de nutrientes, (4E) contato primário e (4F) contato secundário.

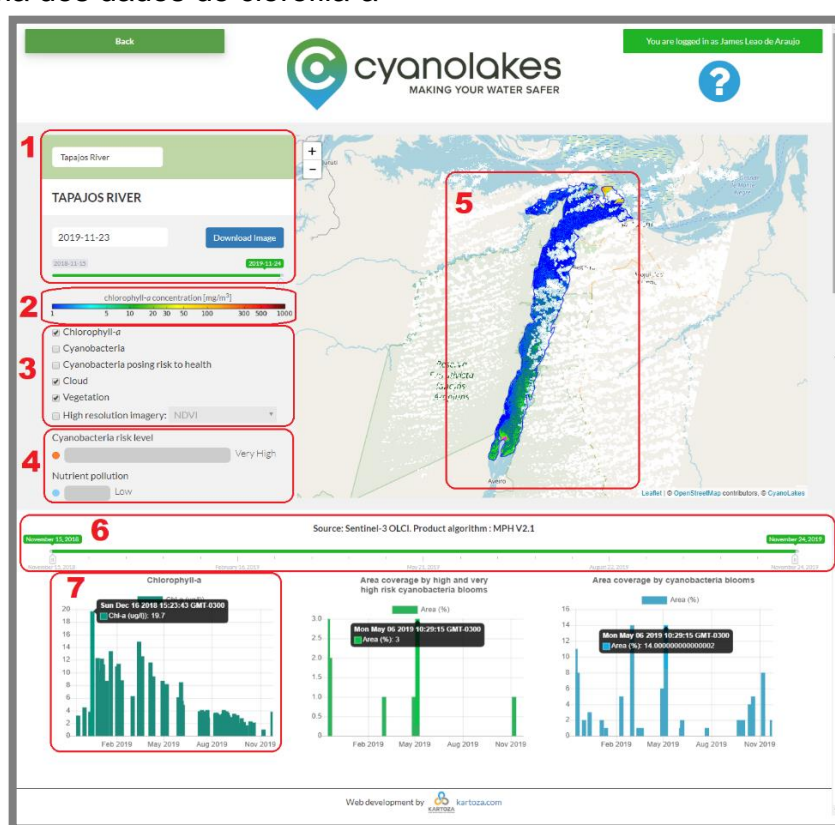
Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

Acessando o segundo painel (Figura 4) tem-se o indicativo do corpo aquático, data da amostragem, painel deslizante de data e botão de download. Detecta-se também a presença de vegetação aquática flutuante, que formam verdadeiras ilhas

nos períodos de seca no rio Tapajós, para evitar confundir os valores de clorofila-a das macrófitas flutuantes, fica associada a cor magenta a essa camada confirmando ser vegetação aquática e não manifestações de plâncton.

Vale observar que ilhas e “pontas” com cobertura de vegetação terrestre podem ser confundidas com vegetação aquática, por isso foram retiradas da área de cobertura do satélite, valendo-se do conhecimento da geografia local. A clorofila-a conforme demonstrado (Figura 4), item 2, a escala do espectro de cores varia entre 1 e 1000  $\mu\text{g/l}$ , que é a faixa típica encontrada em água doce (CYANOLAKES, 2018), os valores de clorofila-a são plotados no mapa através desta escala.

Figura 4- Tela dos dados de clorofila-a



(1) corpo hídrico estudado, (2) barra indicativa em espectro de cores da concentração de clorofila, (3) seletor de camadas, (4) indicadores do nível de risco e poluição de nutrientes, (5) mapa da área estudada mostrando a as concentrações médias de clorofila-a e na cor magenta as áreas de macrófitas aquáticas, (6) barra deslizante com o histórico das datas de amostragens, (7) dashboard com gráfico de barras do histórico da concentração média de clorofila-a.

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

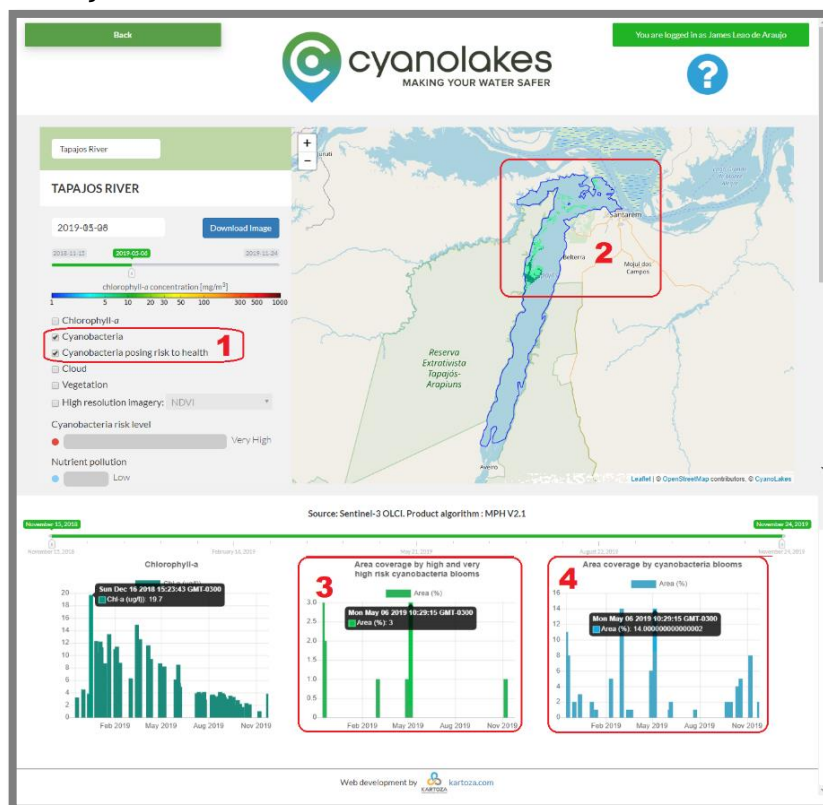
Na Figura 5, o mapa (2), permite identificar os locais de florações de cianobactérias em duas camadas, a primeira na cor verde claro, demonstra a área total de florações de cianobactérias, a segunda, em tom verde escuro, demonstra as



cianobactérias que mais provavelmente representam risco para a saúde, geralmente esta camada, com maiores concentrações de clorofila-a, está contida na área total de florações, o que permite entender, onde a escória superficial das cianobactérias está localizada e que geralmente, representa uma séria ameaça à saúde.

Os gráficos de barras verticais do *dashboard*, na parte inferior do mapa mostram as duas variáveis, sendo que o gráfico central (3) da Figura 5, demonstra a porcentagem da área de cianobactérias que oferecem risco para a saúde, e o gráfico mais a direita (4) da Figura 5, demonstra a porcentagem da área total de cobertura das florações de cianobactérias. Os valores são visualizados passando-se a seta do mouse sobre as colunas do gráfico apresentado.

Figura 5 - observação da área de ocorrência de cianobactérias



(1) seletor de camadas (2) mapa das áreas de florações de cianobactérias, (3) dashboard com a porcentagem da área de ocorrência de florações de cianobactérias com risco para saúde, (4) a porcentagem da área total de ocorrência das florações de cianobactérias

Fonte: (CYANOLAKES, 2018)

### 6.1.3 Mapas obtidos por sensoriamento na área estudada

Foram obtidos do *download* concedido em formato PNG conforme a Figura 4 item 5. Os mapas gerados das coletas, foram condensados em mapas mensais, através de sobreposição das imagens, com uso de editor de imagens, excluindo-se o branco de nuvens e sombras.

Os mapas gerados podem orientar as áreas de maiores ocorrências das florações de cianobactérias e as concentrações de clorofila-a, de acordo com o mês da coleta, observando o nível das águas. Isto permite a orientação de possíveis coletas nas áreas de maior ocorrência de florações e observações sobre áreas de maiores concentrações de clorofila-a.

### 6.1.4 Pontos de coletas das amostras para análise de clorofila-a

As coletas foram realizadas em quatro pontos da margem direita do rio Tapajós, assinalados com uso de GPS, obteve-se as coordenadas, sendo o ponto (1) ponta do Tauá ( $2^{\circ}29'01.2''S$   $54^{\circ}58'27.0''W$ ) situado na área da praia do Cururu coberto pelas águas devido a cheia do Tapajós; o ponto (2) foi a praia do Pajussara ( $2^{\circ}25'07.5''S$   $54^{\circ}48'55.7''W$ ) uma área urbanizada da comunidade de mesmo nome; o ponto (3) a praia do Maracanã, a mais urbana das praias da Margem direita do Tapajós em uso para banho e recreação ( $2^{\circ}25'33.5''S$   $54^{\circ}45'10.5''W$ ) e ponto (4) lago do Mapiri, um dos tributários do sistema Mapiri Papucu, na área dos bairros do Mapiri e Maracanã.

A escolha dos três primeiros pontos deu-se em função destes serem locais representativos quanto a ocorrência de florações de cianobactérias e também pelo fato destes pontos estarem em áreas de maior frequência de banhistas. Este critério é similar ao utilizado pela SEMMAS/CONAGUA no monitoramento da balneabilidade das praias da Margem direita do rio Tapajós em Santarém-PA.

O quarto ponto no lago do Mapiri, foi utilizado como controle, pois está fora da área da cobertura das análises por sensoriamento remoto mas sofre grande influência do rio Tapajós, principalmente na enchente e na cheia (Mapa 5).

Mapa 5 - Pontos de coleta de amostras para análise de clorofila-a



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de (CONÁGUA, 2018)

#### 6.1.5 A coleta das amostras

Em cada ponto amostrado em horários de maior intensidade da luminosidade solar, a determinação da zona eufótica<sup>20</sup> seguiu a metodologia de Cole (1994). Submergiu-se o disco de Secchi e mediu-se com uma corda com trena de PVC centimétrica, anotou-se o ponto de limiar da visualização do disco de Secchi. Multiplicou-se a medida obtida com o disco de Secchi por três e dividiu-se por dois, obtendo-se três profundidades de coleta de cada ponto, que aqui serão chamadas de camada superficial (A) com luminosidade de 100% , camada média (B) com luminosidade de cerca de 50% e camada limiar (C) com luminosidade de cerca de 1% (SOUSA, 2017).

Colheu-se então três amostras em cada ponto A, B e C. Nos casos em que a profundidade máxima foi atingida, sem que haja o “desaparecimento” do disco de

---

<sup>20</sup> É a camada superficial de um ecossistema aquáticos que recebe luminosidade suficiente para que ocorra a fotossíntese e possibilitando a produção primária dos seres fotossintetizantes (ESTEVES, 1998).

Sechi, o procedimento foi dividir a maior profundidade obtida por dois encontrando-se o ponto medial, ficando (A) camada superficial, (B) camada média e (C) camada mais profunda.

De cada profundidade, coletou-se amostras de água com uso de garrafa de Van Dorn de 5L em PVC, sendo analisados os dados físico-químicos de cada profundidade, obtidos através da sonda multiparâmetro AKSOAK88, para a leitura dos dados de pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido.

#### 6.1.6 Preparação e preservação das amostras

Para análises de clorofila-a as amostras foram filtradas no Laboratório Horácio Schneider, Campus Rondon da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) em Santarém entre 2 a 4h após as coletas, em sistema de bomba de vácuo e balão de kitassato de 2 L, usando membrana de celulose milipore de 0,45 µm, sendo filtrados alíquotas de 50 mL por vez até o volume de 300 ml, as membranas foram dobradas com as faces sujas guardando o material filtrado, sendo embaladas em envelopes de papel de alumínio e etiquetadas com as informações sobre a amostra e o volume filtrado, mantidas sob refrigeração e enviadas para análises de clorofila-a no Laboratório Genômica da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Belém, onde foram mantidas congeladas até a análise.

#### 6.1.7 Análise de clorofila-a

Todos os procedimentos ocorreram, em ambiente escuro, para não haver a degradação do pigmento fotossintético. Este cuidado ocorreu também com os tubos de ensaio que foram envolvidos em papel alumínio. Seguiu-se a metodologia Parsons e Strickland (1963), a análise incluiu os procedimentos de maceração por 24h dos filtros milipore que contém as amostras congeladas, em tubos de ensaio de 20 mL, com cerca de 10 mL em uma solução a 90% de acetona, centrifugadas a 3000 rpm durante 20 minutos, sendo pipetado o sobrenadante para as cubetas de quartzo com caminho ótico de 1cm, ambientadas com a solução de acetona a 90% em capela para leitura da clorofila, com espectrofotômetro de comprimentos de onda de 630 nm, 645 nm, 665 nm e 750 nm.

Para a leitura em espectrofotômetro a solução de acetona a 90% foi usada como o “branco”. As amostras foram analisadas desde o comprimento de 630 até 750 nm e os resultados obtidos foram anotados e calculados a seguir.

#### Fórmula 1 - Determinação da concentração de clorofila-a

---

$$Cl = \frac{11,6 \times D665 - (1,31 \times D645 + 0,14 \times D630 + D750) \times v}{V \times L}$$

Onde:

*Cl* = Clorofila a em ( $\mu\text{g/L}$ );  
*v* = Volume de acetona a 90% (10 ml);  
*V* = Volume de amostra filtrada;  
*L* = Caminho óptico da cubeta (1 cm);  
*D665* = Leitura da absorbância da luz 665 nm;  
*D645* = Leitura da absorbância da luz 645 nm;  
*D630* = Leitura da absorbância da luz 630 nm;  
*D750* = Leitura da absorbância da luz 750 nm.

---

Fonte: (PARSONS; STRICKLAND, 1963)

#### 6.1.8 Dados da ANA (Agência Nacional de Águas)

Os dados telemétricos da pluviosidade e das cotas do nível fluviométrico do rio Tapajós foram obtidos on-line através do sistema HIDROWEB/ANA, disponível através de <http://www.snirh.gov.br/hidro telemetria>, através da estação número 17900000 localizada em Santarém-PA, sendo calculadas as médias mensais dos dados obtidos, estes dados foram usados para relacionar a variação da concentração de clorofila-a e as áreas de manifestações de florações em função do nível do rio Tapajós.

## 6.2 Da produção do audiovisual

### 6.2.1 Fluxograma de um áudio visual

De modo resumido a elaboração do material audiovisual, produto deste trabalho, seguiu as seguintes etapas segundo Nichols (2005) e Comparato (2009):

- Escolha do Tema;

- Coleta de Dados e estruturação do Tema;
- Elaboração do Argumento e Roteiro;
- Elaboração da *Storyboard*;
- Captação de Imagens e entrevistas;
- Elaboração de ilustrações e animações;
- Elaboração de narrativa,
- Edição e Finalização.

### 6.2.2 Coleta de dados e estruturação do tema

A maioria dos dados obtidos são resultado da pesquisa feita na área do Baixo Tapajós, a respeito da qualidade da água na área estudada, relacionada a influência de atividades antrópicas e suas consequências para perda de qualidade ambiental, com ênfase para as florações de cianobactérias e sua relação com a qualidade da água.

Os dados foram obtidos por consultas bibliográficas, levantamentos por sensoriamento remoto, coletas 'in situ', análises laboratoriais e constam nos resultados do presente trabalho. Com base nos dados construiu-se o tema, de forma diferente de uma história de ficção a estruturação tem como base a realidade, mas busca-se um percurso lógico de pensamento para tal construção, de forma parcial para haver um foco, reforçando o que deva ser observado, mas sem distorcer os fatos.

### 6.2.3 Elaboração do argumento e roteiro

Para um vídeo didático tem-se o conteúdo que associado a vídeos, imagens, gráficos e entrevistas, com isto, reforça-se a possibilidade de retenção do conteúdo, pois utilizando-se visão e audição, potencializa-se a aprendizagem. Os vídeos, ou blocos de vídeos devem ter em torno de 5 minutos, resguardando os tempos de introdução e créditos. O roteiro de um vídeo didático deve conter o conteúdo de forma sinóptica, podendo coincidir em parte com a narração ou legendas e deve ter no máximo duas laudas (MACHADO FILHO, 2016).

#### 6.2.4 Elaboração do *storyboard*

É a linha narrativa da trama que irá guiar a construção das cenas do filme partindo-se da ideia inicial com a qual o roteiro deve definir o ponto central, a base em que todo o vídeo irá se apoiar, sendo a condensação deste ponto cristalizado em palavras. Deve ser breve, no máximo 5 linhas e através deste deve-se ter a noção do que irá ser trabalhado (NICHOLS, 2005).

Em filmes de não ficção tem-se: apresentação do tema, desenvolvimento do tema e conclusão do tema (COMPARATO, 2009). Para os vídeos didáticos deve-se ter o '*storyboard*', baseado no conteúdo que deve guiar o desenvolvimento desse recurso educacional tendo introdução, desenvolvimento e conclusão.

#### 6.2.5 Captação de imagens

As imagens foram obtidas através de locações nos locais de coletas de amostras observando takes do trajeto, panorâmicas, procedimentos de coleta. Foram feitas locações em lugares e praias de grande fluxo de atividades evitando-se a filmagem de populares, quando o fizer, na edição, os rostos devem ser cobertos..

#### 6.2.6 Elaboração de ilustrações e animações

As ilustrações foram elaboradas em editor de imagens, em formato PNG, sendo segmentadas em partes que quando agrupadas em editor de gifs produziu-se gifs animados, quando montadas "quadro a quadro" no editor de vídeo, obteve-se o efeito de animação.

#### 6.2.7 Elaboração de narrativa

As narrativas foram baseadas no roteiro, a construção da narrativa ocorreu após ter todos os vídeos, imagens, ilustrações, animações e está atrelada aos pontos principais, teve-se o cuidado de seguir a linha de estruturação elaborada, para não abranger pontos desnecessários nem ser sucinto em temas que necessitam de mais aprofundamento.

O uso de linguagem apropriada valeu-se de termos científicos, porém sem jargões e com vocabulário mais apropriado para discentes da educação básica, sem perder o rigor científico que permita que grupos de nível superior por exemplo, possam receber a narrativa de forma inteligível e palatável, mas científica.

#### 6.2.8 Edição e finalização de vídeos

Com os dados e imagens, utilizou-se um editor de vídeo, foi utilizado o software Sony Vegas pro 15.0 em computador pessoal processador i5, 8GB de RAM, 1TB de HD e placa DDR4 (RMS) dedicada (vídeo), a edição deu-se em formato de vídeo em HQ 1080 x 720 mp4 (16:9), com renderização<sup>21</sup> para formatos intercambiáveis, para devida aplicação online e offline.

As imagens e vídeos, foram obtidos das locações feitas durante as coletas de dados, e obtidas da internet, observando as normas de direitos autorais, com base no *CREATIVE COMMONS*, observando a permissão do detentor ao uso livre de imagens, vídeos e áudios, com a devida citação ou referência aos autores e suas outorgas de direitos autorais (MALLMANN, 2018).

A narração foi captada com microfone tipo lapela e digitalizada em gravador digital Tascam Dr-05, com base no texto previamente elaborado, editado através do software Sony Vegas 15, efetuando cortes nas falas para adequação ao conteúdo. Os áudios de fundo musical foram de fontes que fornecem áudios livres como Youtube Free Music, Jamendo, Opsound, dentre outros com centenas de áudios de livre acesso e uso sem violação de direitos autorais (MACHADO FILHO, 2016).

### 6.3 Aplicação e validação do produto didático audiovisual

Durante a aplicação do audiovisual, a regência foi feita pelo docente e foram feitas observações sobre a participação dos discentes bem como das possíveis dificuldades apresentadas no desenvolvimento da atividade.

---

<sup>21</sup> Obtenção um produto audiovisual a partir de um processo digital de imagens, gráficos e vídeos (MACHADO FILHO, 2013).



A aplicação do audiovisual ocorreu com discentes da educação básica, em turmas de Ensino Médio com os dados de identificação de faixa etária, sexo e série, serviram para delimitar o espaço amostral estudado e concomitante as percentagens obtidas dos resultados, indicaram a escala de efetividade da aplicação da ferramenta, observando a sua eficiência no processo ensino aprendizagem e suas limitações seja na execução, funcionalidade e viabilidade de uso. Em uma escala likert os discentes responderam, suas impressões, dificuldades e possível envolvimento, através do preenchimento do questionário tipo likert (Figura 6).

Figura 6 - Questionário tipo Likert aplicado aos discentes

IDADE:	SÉRIE:	SEXO:
<b>SOBRE O MATERIAL APRESENTADO</b>		
<p><b>A questão mostrada tem relação com os assuntos vistos em sala de aula?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>		<p><b>Você recomendaria o material assistido a outras pessoas, de fora do ambiente escolar?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>
<p><b>Há relação do material apresentado, com outras questões ambientais?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>		<p><b>O audiovisual trouxe novos conhecimentos a você?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>
<p><b>O material o(a) motiva ao envolvimento em outras questões socioambientais?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>		<p><b>Quanto a qualidade geral do material apresentado (vídeo, narração, ilustrações), você se sente:</b></p> <p>Muito insatisfeito(a)      Insatisfeito(a)      Satisfeito(a)      Muito satisfeito(a)</p> <p>                  </p>
<p><b>O uso de audiovisual (vídeo) facilita/motiva a entender um assunto?</b></p> <p>Decididamente não      Possivelmente não      Possivelmente sim      Decididamente sim</p> <p>                  </p>		<p><b>Quanto relacionamento do material com a realidade que você vive, você se sente:</b></p> <p>Muito insatisfeito(a)      Insatisfeito(a)      Satisfeito(a)      Muito satisfeito(a)</p> <p>                  </p>
Obrigado!		

Fonte: Elaborado pelo autor

### 6.3.1 Na Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica

No período de 11 a 20/11/2019 participaram da aplicação o total de 85 alunos de quatro turmas, do Ensino Médio integrado, do Instituto Federal do Pará, Campus

Belém, na faixa etária entre 15 a 18 anos, sendo 22 alunos da turma I2041MC e 21 da turma I2043TA, ambas turmas do curso de Edificações, 10 alunos da turma I2052TA, do curso de Estradas e 32 da turma I2271TC, do curso de Design de Interiores. O total de 54 (63%) alunos do 1º ano, 10 (12%) do 2º ano e 21 (25%) de alunos do 3º Ano, 52 do sexo feminino ou 61% e 33 do sexo masculino ou 39%. Vale a ressalva que os discentes de cursos técnicos da modalidade integrado, cursam ao mesmo tempo, o Ensino Médio e um curso técnico de nível médio de formação profissional.

### 6.3.2 Na Rede Estadual de Ensino no Pará

No dia 27/12/2019, das 9h às 11h30, 54 alunos de duas turmas, do Ensino Médio regular da Escola Estadual São Raimundo Nonato (EESRN), em Santarém-PA, participaram, no auditório da escola, da validação do áudio visual. Os discentes, na faixa etária entre 15 a 17 anos, sendo que 18 alunos são da turma 1º A e 34 do 2º A, dos quais 24 são do sexo feminino ou 46% e 28 são do sexo masculino ou 54%. A EESRN é uma das mais tradicionais escolas da rede pública de Santarém e trabalha com Ensino Fundamental e Médio desde a década de 1960.

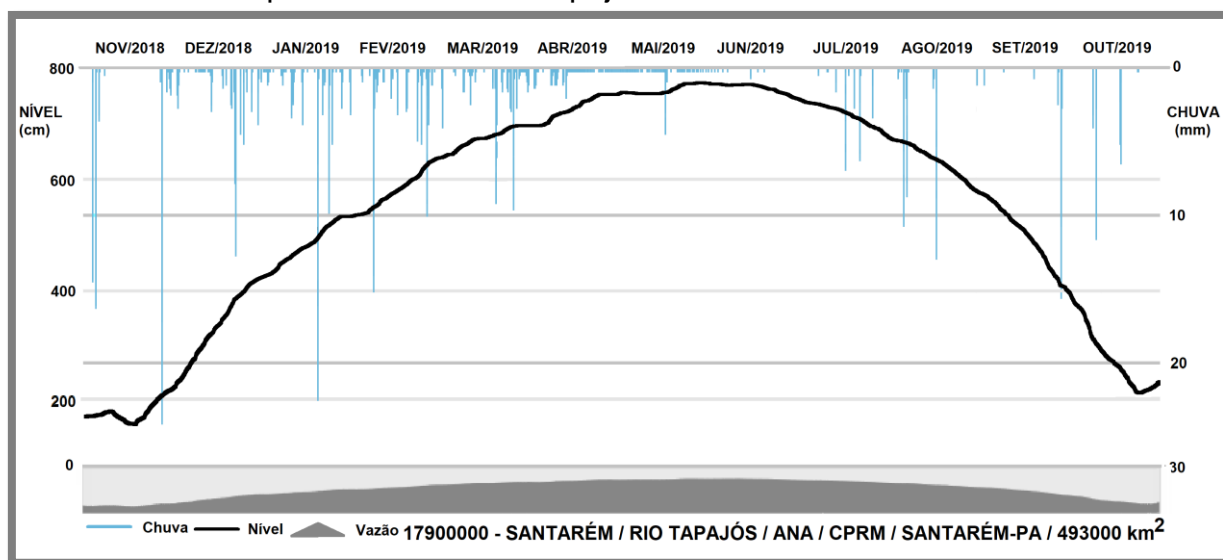
## 7 RESULTADOS OBTIDOS

### 7.1 Por sensoriamento remoto

#### 7.1.1 Pluviosidade e variação do nível do rio Tapajós

A variação do nível do rio Tapajós é dividida em: seca, enchente, cheia e vazante, sendo, seca em outubro e novembro, enchente de janeiro a abril, cheia em maio e junho, e vazante de julho a outubro. Esta divisão tem caráter didático, mas não necessariamente, a ocorrência de um dos eventos, corresponde ao calendário mensal. Por exemplo aos meses de maio e junho foram atribuídos a cheia, mas no início de maio é a conclusão da enchente e no final de junho ocorre o início do período da vazante, o que pode ser observado a seguir (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Nível e pluviosidade do rio tapajós de nov/2018 a out/2019



Fonte: adaptado de Agência Nacional das Águas (2018)

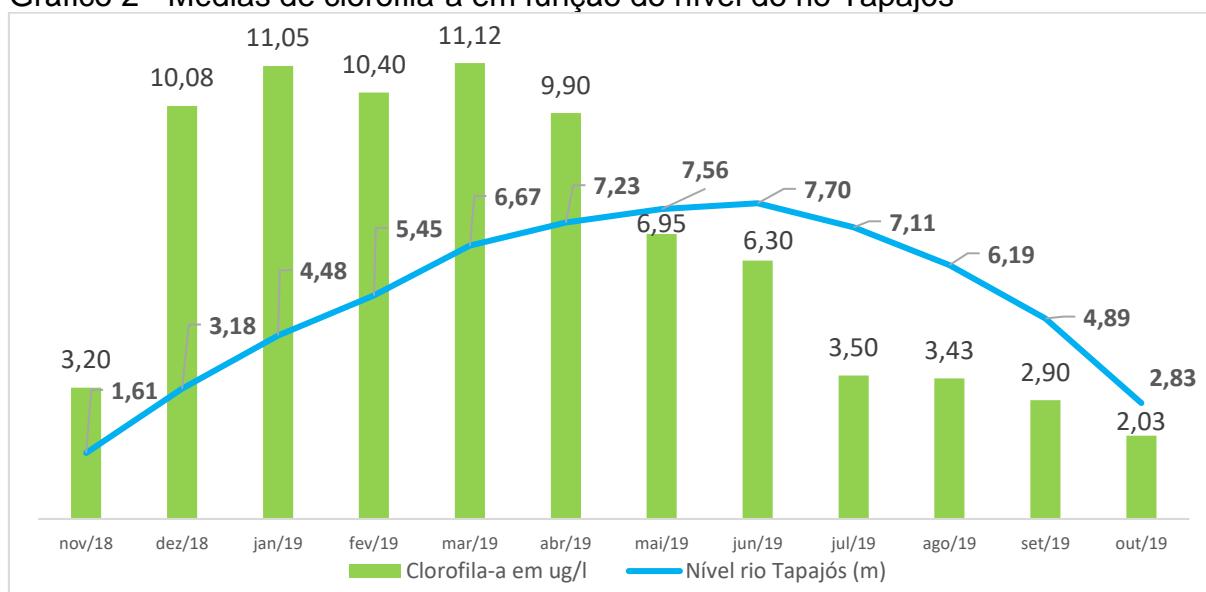
O período de seca ocorreu do final de outubro de 2018 a meados de dezembro do mesmo ano. Este é um período de baixa pluviosidade e pouca vazão, com nível médio em torno de 2,63 m, e teve em novembro a menor média com 1,61 m. O período chuvoso, teve seu início em meados de dezembro de 2018, mas a intensificação das precipitações a partir de meados de dezembro de 2018, com o rio começando a aumentar seu nível de forma mais marcante, saindo de uma média de

3,18 m e dezembro de 2018 para 7,23 m de média em abril de 2019. Em maio e junho de 2019, na cheia, o Tapajós atingiu uma média de 7,63 m, com pico médio de cheia de 7,9 m. Discretamente a partir de julho de 2019, iniciou-se o processo de vazão, apesar de chuvas atípicas em julho e agosto de 2019, o nível do rio decresceu, atingindo em outubro de 2019, um nível médio de 2,83 m.

### 7.1.2 Médias mensais da concentração de clorofila-a

Partindo-se do período do nível mais baixo do rio Tapajós ou seca, que ocorreu desde o final de outubro até meados de dezembro de 2018, observou-se a concentração de clorofila-a em novembro no valor de  $3,20 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Como início do aumento do nível do rio Tapajós, a partir de meados de dezembro de 2018, observou-se o início do chamado período de enchente que seguiu até abril de 2019, quando se observou as maiores concentrações de clorofila-a, em média de  $10,51 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Nos meses de cheia em maio e junho, as águas atingiram o maior nível quando a concentração de clorofila-a baixou para uma média de  $6,62 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Na vazante, quando o nível das águas foi reduzido, as concentrações de clorofila-a continuaram a decrescer de  $3,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  em julho de 2019 até  $2,03 \mu\text{g.L}^{-1}$  em outubro de 2019, apresentando uma média de concentração de clorofila-a de  $2,96 \mu\text{g.L}^{-1}$ , conforme demonstrado a seguir (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Médias de clorofila-a em função do nível do rio Tapajós

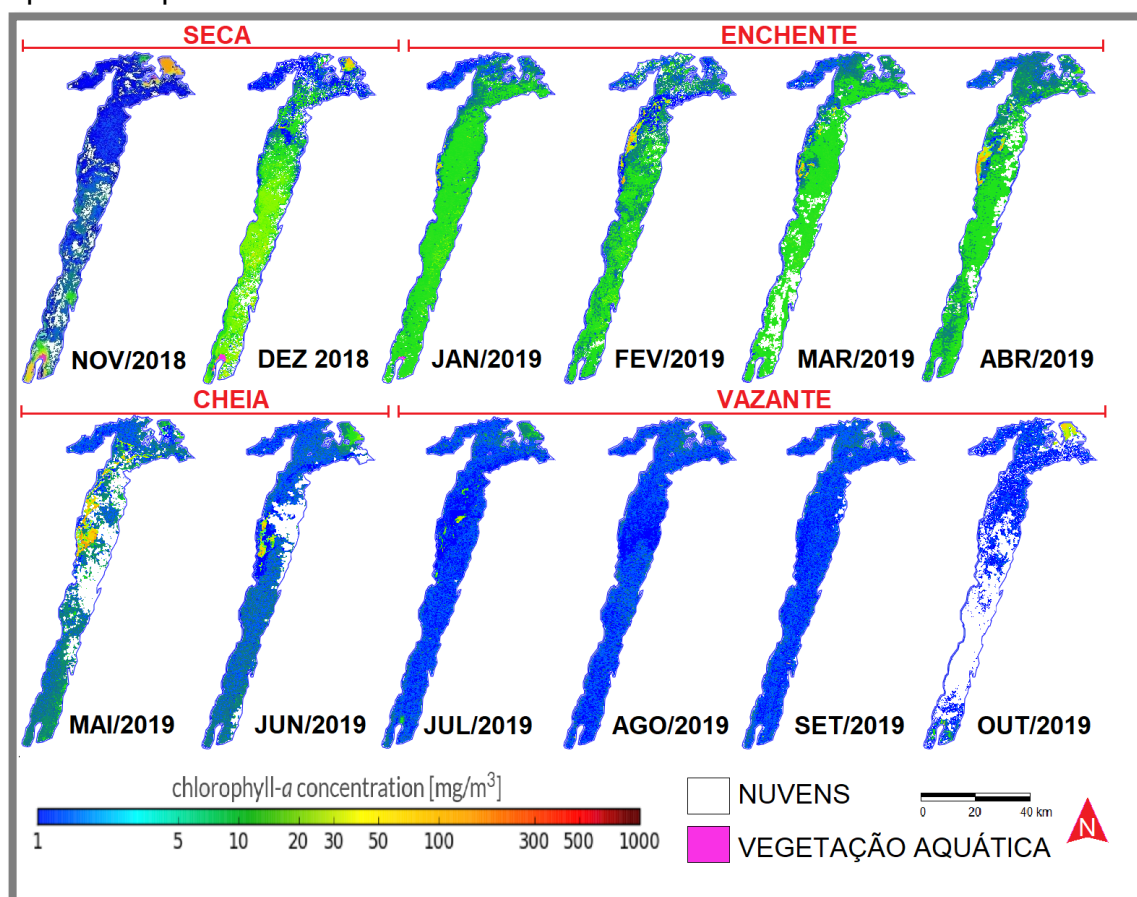


Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Cyanolakes (2018) e Agência Nacional das Águas (2018)

### 7.1.3 Variações na concentração de clorofila-a no rio Tapajós

A clorofila-a tem concentrações variando de acordo com a alteração do nível das águas e pluviosidade. A barra de cores (Mapa 6), mostra um espectro que determina a ocorrência de valores específicos para a concentração de clorofila-a em determinado ponto ou área. Por similaridade das cores, é possível agrupar os mapas demonstrando a prevalência dos valores de concentrações de clorofila-a, em determinadas áreas do mapa, as quais provavelmente são influenciadas pelas variações da pluviosidade e do nível do rio Tapajós.

Mapa 6 - Mapas mensais de clorofila-a



FONTE: Elaborado pelo autor a partir de (CYANOLAKES, 2018)

No mês de outubro de 2018, no extremo norte da área estudada, em duas enseadas do distrito de Arapixuna e no extremo sul, próximo Aveiro, verificam-se áreas com tonalidade laranja, com indicações de concentrações entre 50 a 100  $\text{mg}/\text{m}^3$ , com um mosaico de predominância de baixas concentrações, na cor azul no restante da área.

Observa-se que nos meses de enchente, há a prevalência da tonalidade verde, indicando concentração de clorofila-a entre 10 a 20 mg/m<sup>3</sup>, as concentrações mais altas de clorofila, ficam na margem esquerda, na área adjacente a RESEX Tapajós Arapiuns, a partir da foz do tributário Amorim.

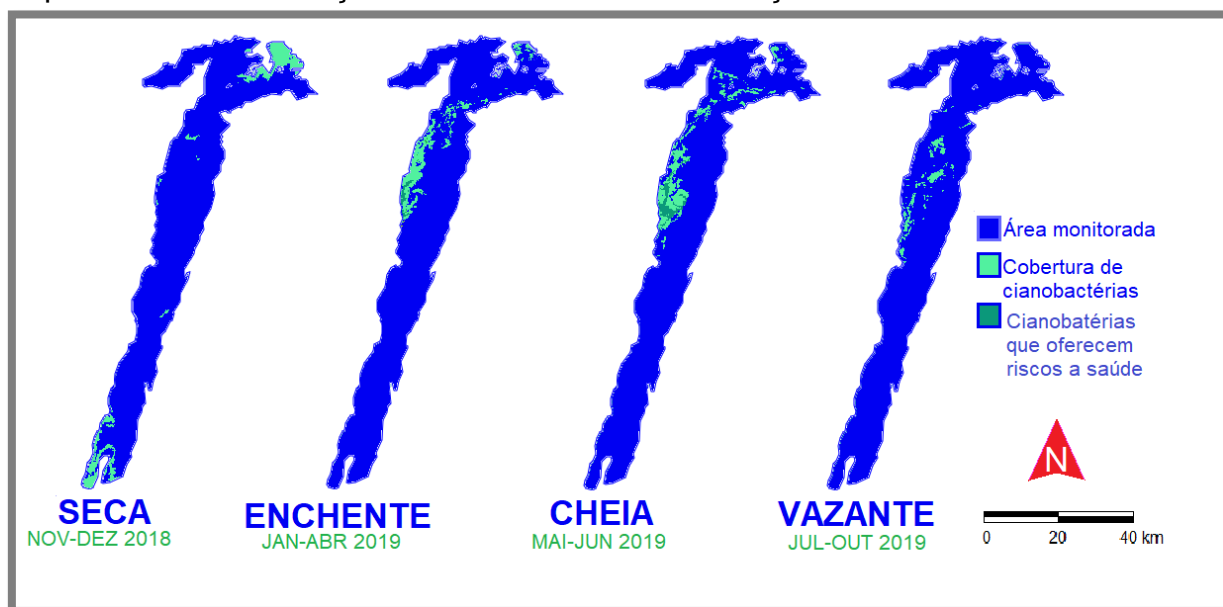
Observando a cheia vê-se a diminuição geral média na concentração de clorofila-a, no entanto as áreas de alta concentração iniciam na ponta do Suruacá, e as concentrações de clorofila-a aumentam sua área, formando um extenso corredor que chega as praias da margem direita.

Na vazante, observa-se as menores médias de clorofila-a, a prevalência da cor azul demonstra baixas concentrações do pigmento fotossintetizante, mas desde o período anterior as concentrações de clorofila-a, aumentam na enseada de Arapixuna, a cerca de 35 km a Noroeste de Santarém.

#### 7.1.4 Áreas de cobertura das florações no rio Tapajós

As florações de cianobactérias na área estudada, ocorrem em áreas específicas e coincidem com os locais de altas concentrações de clorofila-a, sendo aparentemente determinadas pela variação do nível do rio e pela pluviosidade, conforme pode ser observado a seguir (Mapa 7).

Mapa 7 - Áreas de florações de cianobactérias em função de seca e cheia



FONTE: Elaborado pelo autor a partir de dados do Cyanolakes (2018)

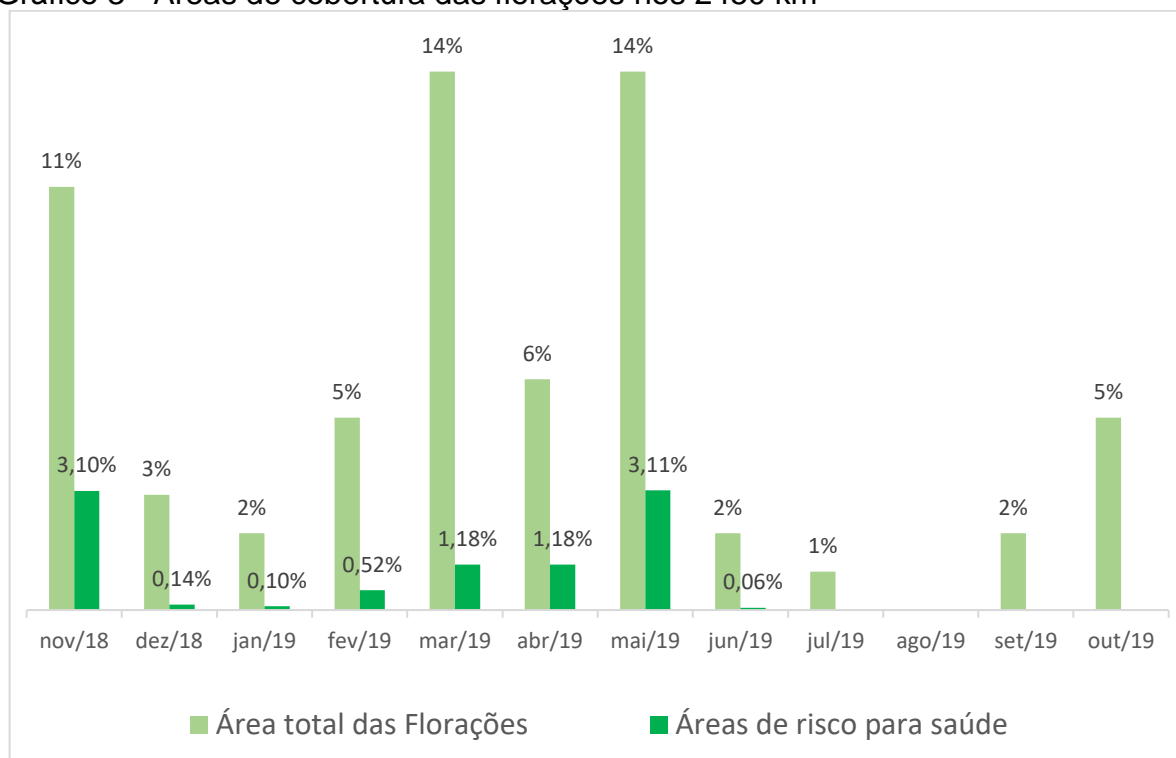
Considerando o fluxo das correntes do Tapajós de Sul para Norte, as manifestações de áreas de floração, são prevalentes:

- a) no momento de nível mais baixo do rio ou seca: os '*blooms*' concentram-se nas enseadas da porção Norte, na margem direita do Tapajós no município de Santarém;
- b) na subida do nível do rio ou enchente: o ponto de origem das florações dá-se a partir da foz do rio Amorim se estendendo em toda margem esquerda, chegando à margem direita;
- c) quando o nível do rio estaciona no ponto mais elevado ou cheia: é similar a enchente, com maior abrangência, tendo início na ponta do Suruacá chegando até a área urbana de Santarém;
- d) na vazante, provavelmente devido a correntezas mais fortes típicas de uma vazão acentuada, o efeito eutrófico da área do "lago" do Tapajós é diminuído, sendo a ocorrência de manifestações de plâncton, restrita a áreas diminutas, logo tem-se o melhor momento relativo a qualidade da água em função da pequena manifestação de florações de cianobactérias.

#### 7.1.5 Percentuais das áreas de cobertura das florações

As áreas de florações foram registradas nos 2450 km<sup>2</sup> da área monitorada, na qual observaram-se florações extensas, principalmente na margem direita após a foz do rio Amorim. Aparentemente o material flutuante é conduzido pelo fluxo das correntes e ventos desde a montante até a jusante, alcançando áreas a quilômetros de sua origem até a desembocadura do rio Tapajós, na orla da área urbana da sede do município de Santarém.

Registraram-se as porcentagens da área estudada no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, sendo que as maiores áreas de florações ocorrem em momentos de menor vazão, nos extremos de seca e cheia, quando supostamente os efeitos eutróficos se evidenciam, devido às baixas velocidades das correntes. Fugindo a esta regra no mês de março, que está no período de enchente, registrou-se uma área de 14% de florações de cianobactérias (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Áreas de cobertura das florações nos 2450 km<sup>2</sup>

FONTE: elaborado pelo autor a partir de (CYANOLAKES, 2018)

## 7.2 A partirt das coletas de amostas

### 7.2.1 Dados físico-químicos

Os índices obtidos de visibilidade ao disco de Secchi, mostram uma leve discrepância da área da ponta do Tauá, que está a montante dos demais pontos de coleta, os quais apresentam uma maior quantidade de material em suspensão quando comparados a Ponta do Tauá, provavelmente por estarem mais próximos de áreas urbanizadas.

Quanto ao oxigênio dissolvido (OD) as áreas apresentam índices médios similares nas três profundidades analisadas, novamente a área do Maracanã tem menores índices médios de OD, valendo ressaltar que o valor ideal situa-se na faixa de 3 a 5 mg.L<sup>-1</sup> de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, portanto o Tapajós apresenta-se nos pontos amostrados dentro da faixa, mas em limiares não ideais para organismos aquáticos que dependem de oxigênio (Tabela 2).



Tabela 2 - Dados físico-químicos do rio Tapajós

Data	Locais Pontos	Hora	Coord. Geográfica	Visib. Secchi (m)	Profund da coleta (m)	OD (mg/L)	Cond. (µS)	pH	T (°C)
28/06/19	Ponta do Tauá	12h	2°29'01.2"S 54°58'27.0"W	1,90	Superfície	3,9	15,5	6,72	30,3
					2,85	4,3	16,6	6,76	30,1
					5,70	3,7	65,2	5,20	30,6
27/06/19	Pajussara	10h	2°25'07.5"S 54°48'55.7"W	1,50*	Superfície	4,4	19,8	6,77	29,9
					0,75	4,0	23,8	6,85	30,0
					1,50	4,2	144,3	6,94	30,0
27/06/19	Maracanã	12h	2°25'33.5"S 54°45'10.5"W	1,70	Superfície	3,8	17,5	6,93	30,4
					2,60	3,8	33,2	6,88	30,7
					5,20	3,6	230	6,32	30,2
28/06/19	Mapiri	9h	2°25'36.3"S 54°45'14.9"W	1,60*	Superfície	4,0	20,3	6,80	29,7
					0,80	3,3	26,7	6,82	29,9
					1,60	4,3	204	6,85	29,3

\*Profundidade máxima do ponto de coleta  
Fonte: Dados coletados pelo autor

A condutividade apresentou crescimento dos seus valores, de forma similar em todas as profundidades dos pontos de amostragem, sempre na maior profundidade os valores são mais elevados e decresce a medida que se chega a superfície, possivelmente pela baixa velocidade das correntes, há uma sedimentação de sólidos dissolvidos, provavelmente dissociados iônicos, que aumentam os valores de condutividade em maiores profundidades.

O pH apresentou-se na maioria das amostras na faixa preconizada como ideal para balneabilidade, entre 6 a 9, conforme a Resolução 274/2000 do CONAMA. Somente na ponta do Tauá, na região mais profunda, foi obtido um valor disforme, abaixo de 6, sendo 33 vezes mais ácida do que a amostra da superfície do mesmo ponto, e aproximadamente 55 vezes mais ácida do que a amostra coletada na maior profundidade no Pajussara, conforme podemos observar nos cálculos a seguir:

Equação 1 - Definição de potencial hidrogeniônico e concentração molar de  $[H^+]$

$$pH = -\log_{10}[H^+] \therefore [H^+] = 10^{-pH}$$

Concentração molar de  $[H^+]$ , ponta do Tauá 5,70 m pH=5,2m (A)  
e (superfície) pH=6,72(B)

$$[H^+]_A = 10^{-pH} \therefore [H^+]_A = 10^{-5,2} \therefore [H^+]_A = 6,3 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[H^+]_B = 10^{-pH} \therefore [H^+]_B = 10^{-6,72} \therefore [H^+]_B = 1,9 \times 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}$$

Fórmula da relação de acidez entre duas soluções aquosas:

$$K = \frac{[H^+]_A}{[H^+]_B}$$

Relação de acidez (ponta do Tauá), entre a amostra a 5,70 m (A) e a superfície (B):

$$K = \frac{[H^+]_A}{[H^+]_B} \therefore \frac{6,3 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}}{1,9 \times 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}}$$

$$K = 3,313 \times 10^1 \cong 33$$

A 5,70 m a concentração obtida de  $[H^+]$  foi cerca de 33 vezes maior do que a superfície do mesmo ponto (ponta do Tauá).

Acidez na ponta do Tauá Pajussara (A) a 1,50 m pH=6,94 e (B) a 5,70 m pH=5,2:

$$[H^+]_A = 10^{-pH} \therefore [H^+]_A = 10^{-6,94} \therefore [H^+]_A = 1,15 \times 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[H^+]_B = 10^{-pH} \therefore [H^+]_B = 10^{-5,2} \therefore [H^+]_B = 6,3 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

Relação de acidez entre na ponta do Tauá (A) a 5,70 m e Pajussara (B) a 1,50 m:

$$K = \frac{[H^+]_A}{[H^+]_B} \therefore \frac{6,3 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}}{1,15 \times 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}}$$

$$k = 5,495 \times 10^1 \cong 55$$

Na ponta do Tauá a 5,70 a concentração obtida de  $[H^+]$  foi cerca de 55 vezes maior do que no Pajussara a 1,50 m.

---

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Esteves (1998)

A temperatura se manteve dentro da faixa de 29,9 a 30,6°C, o que representa uma faixa de temperatura dentro do esperado para águas continentais na Amazônia.

## 7.2.2 Análises das amostras de clorofila-a coletadas

Os dados de clorofila-a foram obtidos em três profundidades, em cada ponto. Para a validação só é necessária a comparação da clorofila presente na superfície, mas é interessante observar a variação nas camadas mais profundas, que teoricamente tem menor luminosidade. Destaca-se aqui a elevada transparência do rio Tapajós, o que pode justificar a existência de comunidades de organismos clorofilados, em maiores profundidades.

As análises de clorofila, foram feitas nas áreas de praia, de maior frequência de uso para atividades recreacionais de banho no rio Tapajós, na margem direita do município de Santarém. Os resultados da análise de clorofila-a são apresentados a seguir (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados das análises de clorofila-a na margem direita do rio Tapajós

PONTO DE COLETA	PROFUND. DE COLETA	VOL. FILTRADO (L)	D630	D645	D665	D750	Chla-a $\mu\text{g.L}^{-1}$
MARACANÃ	Superfície	0,295	0,086	0,063	0,038	0,021	1,490
	2,60	0,300	0,066	0,043	0,019	0,003	0,732
	5,20	0,300	0,065	0,041	0,016	0,002	0,617
MAPIRI	Superfície	0,295	0,061	0,037	0,014	0,002	0,549
	0,80	0,290	0,063	0,039	0,017	0,003	0,678
	1,60	0,300	0,061	0,038	0,015	0,004	0,578
PAJUSSARA	Superfície	0,295	0,074	0,051	0,026	0,013	1,019
	0,75	0,300	0,068	0,044	0,017	0,005	0,655
	1,50	0,300	0,062	0,038	0,014	0,002	0,539
PONTA DO TAUÁ	Superfície	0,290	0,067	0,044	0,019	0,010	0,757
	2,85	0,295	0,074	0,054	0,028	0,014	1,098
	5,70	0,300	0,063	0,039	0,014	0,004	0,539

FONTE: Dados obtidos pelo autor

### 7.3 Análises dos níveis de risco

#### 7.3.1 Estado eutrófico ou poluição de nutrientes

Em média o rio Tapajós tem pontos nos quais os níveis de poluição de nutrientes é alto (eutrófico) e muito alto (hipertrófico), mas em média apresenta níveis baixo e médio, respectivamente 81% dos resultados, caracterizam o ambiente, quanto a poluição de nutrientes como oligotrófico e 19% como mesotrófico (Tabela 4).

Tabela 4 - Percentuais mensais de eutrofização no rio tapajós

PERÍODO	MÊS/ANO	OLIGOTRÓFICO	MESOTRÓFICO
SECA nov/dez	nov/2018	100%	0%
	dez/2018	50%	50%
	jan/2019	17%	83%
ENCHENTE jan/abr	fev/2019	33%	67%
	mar/2019	40%	60%
	abr/2019	67%	33%
CHEIA mai/jun	mai/2019	100%	0%
	jun/2019	100%	0%
	jul/2019	100%	0%
VAZANTE jul/out	ago/2019	100%	0%
	set/2019	100%	0%
	out/2019	100%	0%
-	Total Geral	81%	19%

FONTE: Elaborado pelo autor a partir de dados obtidos através de Cyanolakes (2018)

É possível observar na Tabela 4, que o período da cheia (em maio) e vazante (de junho a outubro) apresentam-se com prevalência de baixa poluição de nutrientes (oligotrófico), já os maiores índices de pluviosidade, coincidem com o período de enchente e apresentam maior porcentagem de amostras com média poluição de

nutrientes (mesotrófico). Supõe-se que o maior carregamento de nutrientes para a calha do rio, ocorre devido ao aumento da pluviosidade no período da enchente.

### 7.3.2 Níveis de risco para incidência de cianobactérias

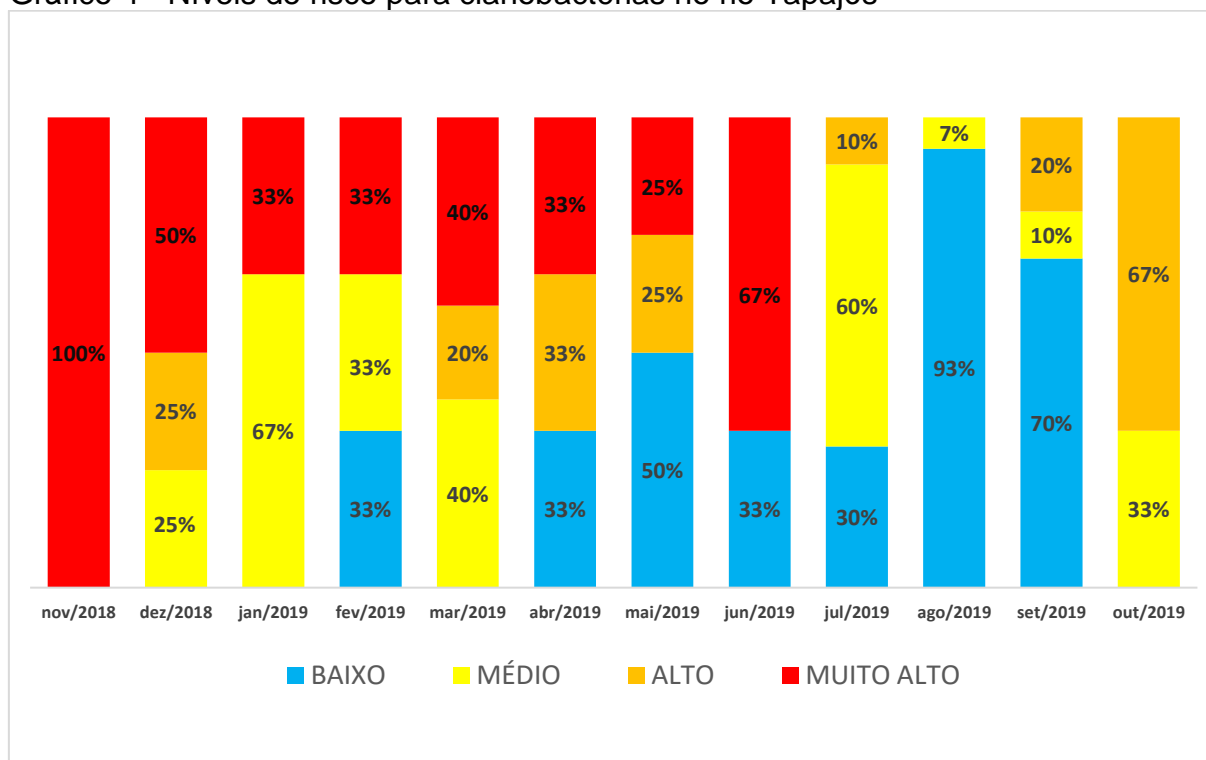
Nos meses da vazante, de julho a outubro, registra-se a menor ocorrência de florações planctônicas e a qualidade das águas do rio Tapajós, quanto a presença de cianobactérias é a melhor dentre todos os períodos. Observa-se que a vazante coincide com o período de diminuição das precipitações, por conseguinte menores quantidades de materiais como íons e outras partículas solúveis deixam de ser carregados através das águas das chuvas

Nas praias da margem direita, entre Santarém e Belterra há maior frequência de atividades recreativas aquáticas. A maior presença de pessoas nestes locais é um risco que não se evidencia nas áreas de praia menos frequentadas a montante das áreas, presentes na FLONA do Tapajós e RESEX Tapajós Arapiuns que possuem menores contingentes humanos dada a prevalência de pequenas comunidades de populações tradicionais.

Os dados de sensoriamento remoto, demonstram que estes locais de uso turístico, entre Santarém e Belterra, fora das Unidades de Conservação, aparentemente não são pontos de origem das florações e sim recebem estes '*blooms*' pela ação natural das correntes e ventos, mas enfatiza-se inspiram maior atenção dada a maior presença de atividade turísticas. Considerando a área total estudada nos seus 2450 km<sup>2</sup>, independente de suas características de uso e ocupação do solo, 43% das áreas, apresentaram um risco baixo de incidência das cianobactérias, risco médio 25%, alto 13% e muito alto 19%.

Observando os níveis de risco mensais para a incidência de cianobactérias, somente nos meses de julho a setembro/2019, não houve índices muito altos, confirmando o período como melhor qualidade de água em relação aos efeitos das cianobactérias. Os maiores riscos são nos meses de seca e cheia (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Níveis de risco para cianobactérias no rio Tapajós



FONTE: Elaborado pelo autor a partir de Cyanolakes (2018)

Os fatores negativos ocasionados pela ação das cianobactérias no rio Tapajós, como a formação de escórias esverdeadas e a provável presença de cianotoxinas, possivelmente podem estar sendo amenizados por diluição, supõe-se que vários pequenos e médios tributários “injetam” um considerável volume de água, com prováveis bons índices de qualidade, presume-se que este processo pode melhorar a qualidade de água do rio Tapajós. O melhor exemplo é o rio Arapiuns, aparentemente o maior e mais bem preservado dos afluentes na margem esquerda do Baixo Tapajós, que deságua a cerca de 40 km do encontro das águas entre os rios Tapajós e Amazonas. Destaca-se que esta hipótese merece confirmação.

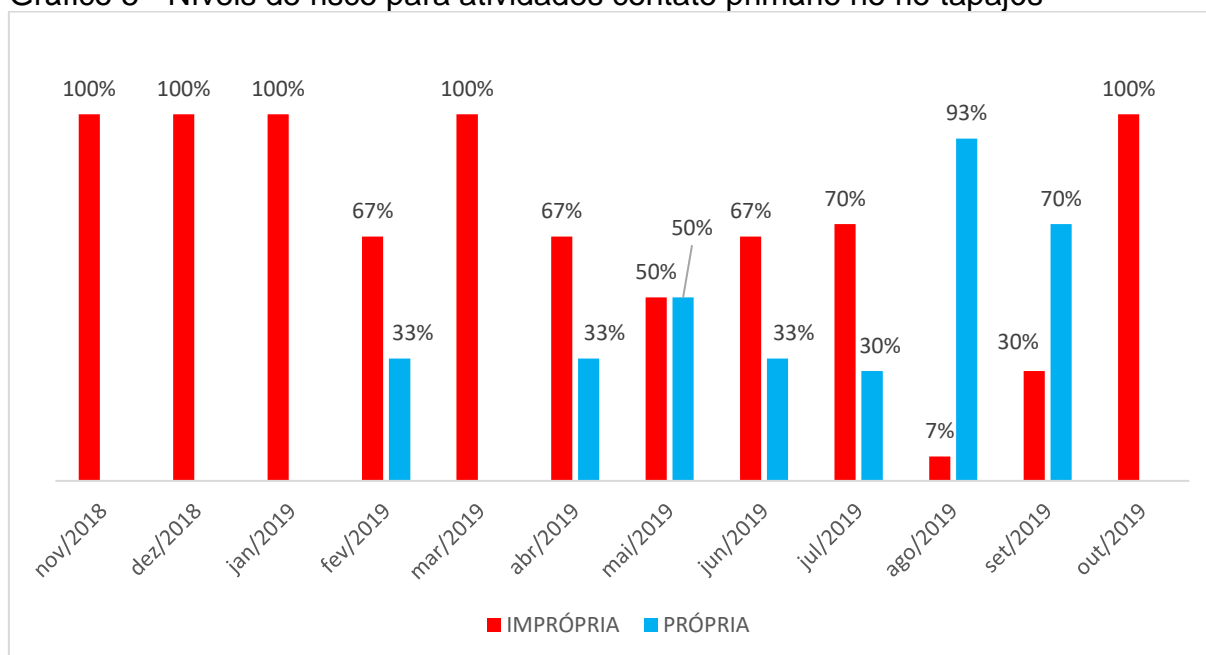
### 7.3.3 Níveis de risco para contato primário e secundário

Cerca de 57% das áreas analisadas apresentaram-se como impróprias para atividades recreativas de contato primário, ou seja, em que se tem contato direto e prolongado com a água, havendo chances de ingestão. Porém observa-se que este resultado não se aplica a toda a área, pois deve ser observado no mapa os dados

específicos de pontos ou áreas para as tomadas de decisão sobre o risco de uso e considerar que 43% das áreas apresentam-se como próprias para estas atividades.

Observando os níveis de risco mensais, relativos a presença de cianobactérias na área estudada (Gráfico 5), em 5 meses, as águas do rio Tapajós são consideradas 100% impróprias, sendo os meses de seca e enchente como os mais impróprios. Os resultados são divididos em maio, havendo prevalência de riscos na cheia e baixos riscos somente na vazante, que corresponde aos meses de agosto e setembro. Apesar dos resultados aparentemente negativos para a área, deve-se observar os mapas das áreas de ocorrência de altas concentrações de clorofila e '*blooms*', que apontam as áreas com maiores concentrações de clorofila-a e por conseguinte, possíveis maiores concentrações de cianotoxinas, vale destacar que as áreas de maior risco não tem intenso uso recreacional aquático para contato primário, ver (Mapa 7).

Gráfico 5 - Níveis de risco para atividades contato primário no rio tapajós

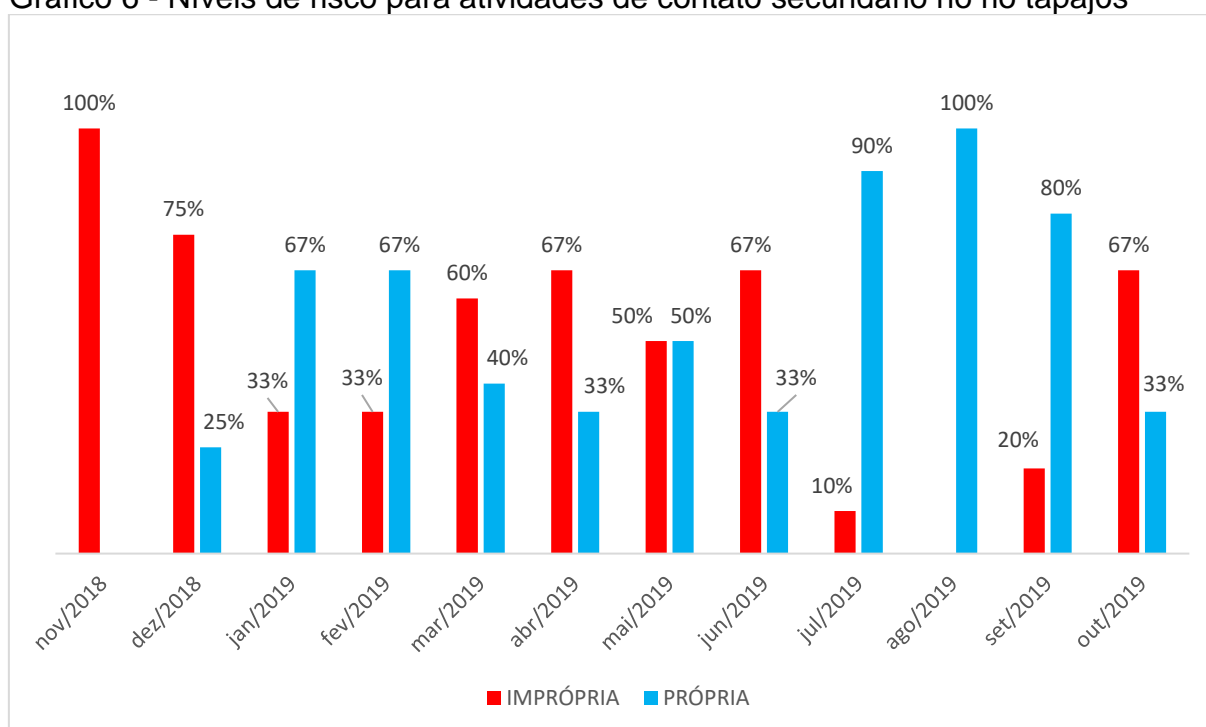


FONTE: Elaborado pelo autor a partir de dados do Cyanolakes (2018)

Como o contato secundário é menos restritivo, devido as atividades recreacionais em meio aquático, estar limitadas no máximo ao contato ocasional com as águas, havendo chances remotas de ingerir água, os resultados obtidos, demonstram que 68% das áreas do rio Tapajós foram classificadas como próprias para atividades de contato secundário, contra 38% de resultados impróprios.

Os dados mensais se apresentam apenas em novembro de 2018 como 100% impróprio, decaindo para 75% em dezembro de 2018, sendo reduzido para 33% em janeiro e fevereiro de 2019, voltando a aumentar os resultados de impróprio, de março a junho de 2019, porém se mantendo estável com aumento em junho com 67%. Os melhores resultados ocorrem novamente na vazante, em julho, agosto e setembro, com outubro de 2019 voltando a apresentar resultados impróprios (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Níveis de risco para atividades de contato secundário no rio tapajós



FONTE: Elaborado pelo autor a partir de dados do Cyanolakes (2018)

#### 7.4 O produto audiovisual

O produto audiovisual traz as informações e resultados contidos no presente trabalho oriundas de pesquisas bibliográficas, levantamentos por sensoriamento remoto e levantamentos de campo, aliados a imagens obtidas em locações nos locais de interesse na realização da pesquisa. É possível que a maioria dos dados demonstrados de forma sucinta no vídeo só podem ser analisados com maior profundidade, através da leitura deste trabalho e observação dos dados disponibilizados.



O audiovisual está hospedado no OER Commons (Open Educational Resources) ou Recursos Educacionais Abertos compartilhados, possui livre acesso através do link: <https://www.oercommons.org/courses/praias-do-rio-tapaj%C3%B3s-para-gera%C3%A7%C3%B5es-presentes-e-futuras-tapaj%C3%B3s-river-beaches-for-present-and-future-generations>, com atribuição (CC BY-SA 4.0) de compartilhamento através da mesma licença, podendo ser copiado e redistribuído em qualquer meio ou formato, com a devida citação.

Trata-se de um audiovisual para fins didáticos, para aplicação em grupos formais da Educação Básica (Ensino Médio) e possíveis aplicações, não testadas, no Ensino Superior e em grupos não formais. Foi produzido com recursos próprios e o seu roteiro encontra-se no Apêndice A do presente trabalho, sendo descrito de forma sumária, em subtítulos, descrição e tempo (Quadro 9).

Quadro 8 - Audiovisual praias do rio Tapajós para gerações presentes e futuras

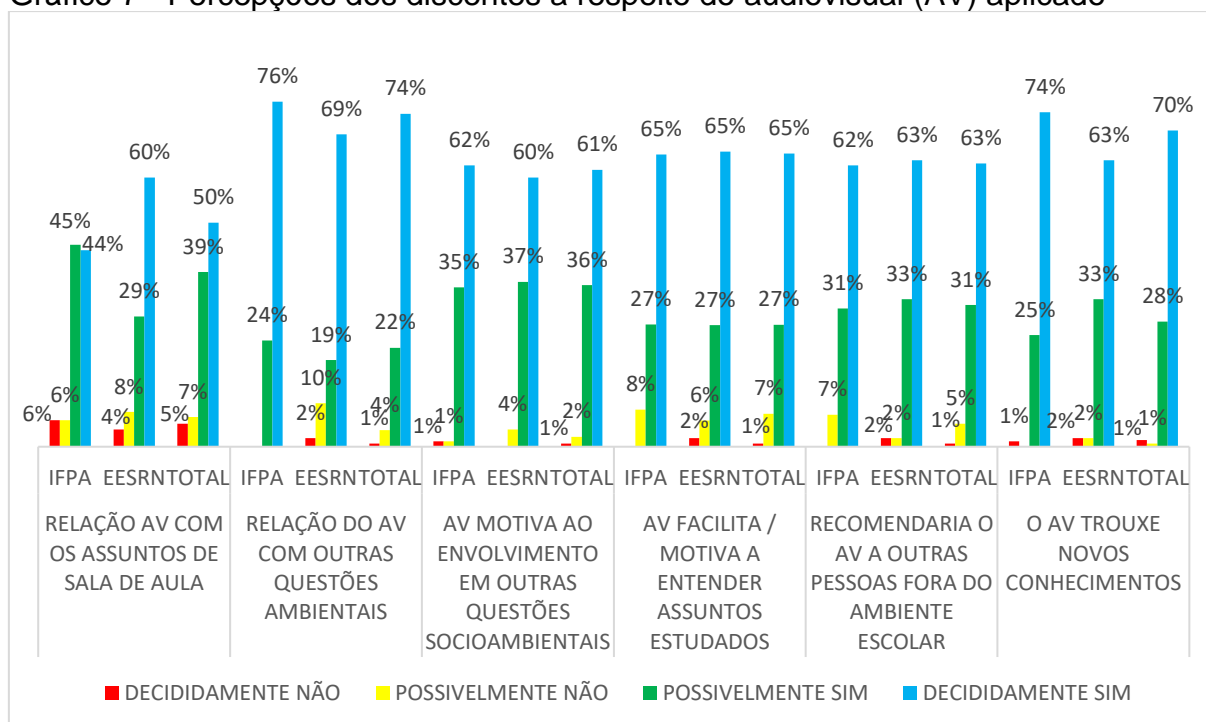
SUBTÍTULO	DESCRIÇÃO SUMÁRIA	TEMPO
“Intro”	Um padrão de introdução.	00’00” – 0’08”
Introdução com título	Algumas imagens marcantes.	0’09” - 00’19”
As cianobactérias	Características gerais.	00’20” – 05’41”
O “limo” do rio Tapajós	Os ‘blooms’ do rio Tapajós.	05’42” –07’48”
A área de estudo e a metodologia	Metodologia aplicada no trabalho.	07’49” – 08’51”
A seca e a cheia e sua influência nos níveis de clorofila e blooms	Variações do nível do rio e as manifestações planctônicas.	08’52” –12’50”
Coletas, análises e validação dos dados remotos	Validação dos dados coletados por sensoriamento remoto.	12”51’ – 14’37”
Pode acontecer novamente?	A interdição de 2005 e o futuro incerto com as cianobactérias.	14’38” – 17’53”
Para gerações presentes e futuras	Significado sócio ambiental do Tapajós.	17’54 –20’00”
Créditos finais	Exibe parceiros e colaboradores.	20’01” – 23’16”

Fonte: Autor do trabalho

#### 7.4.1 Percepções dos discentes sobre o produto audiovisual

Participaram em novembro e dezembro de 2019, um total de 6 turmas de duas escolas de Educação Básica da Rede Pública Estadual e Federal, respectivamente em Santarém e Belém, das 3 séries do Ensino Médio, totalizando 137 alunos, perfazendo 11 h/aula de aplicação, com avaliação para validação pelos alunos, os quais observaram em 6 quesitos a satisfação em escala tipo likert, observando as questões ambientais e sua interrelação aos conteúdos estudados e conhecimentos adquiridos com o material aplicado, sugerindo o possível envolvimento do educando em questões ambientais, motivado ou não pelo audiovisual e se recomendaria ou não o audiovisual para pessoas de fora do ambiente escolar (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Percepções dos discentes a respeito do audiovisual (AV) aplicado



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos pelo autor

Observando o geral cerca de 70% dos participantes alegam ter adquiridos novos conhecimentos com o produto audiovisual apresentado, o que pode ser justificado por 65% dos alunos decididamente acreditarem que os audiovisuais facilitam a aprendizagem de assuntos estudados em sala de aula. Em contraparte apenas 50% concordam plenamente que o audiovisual apresenta relação com

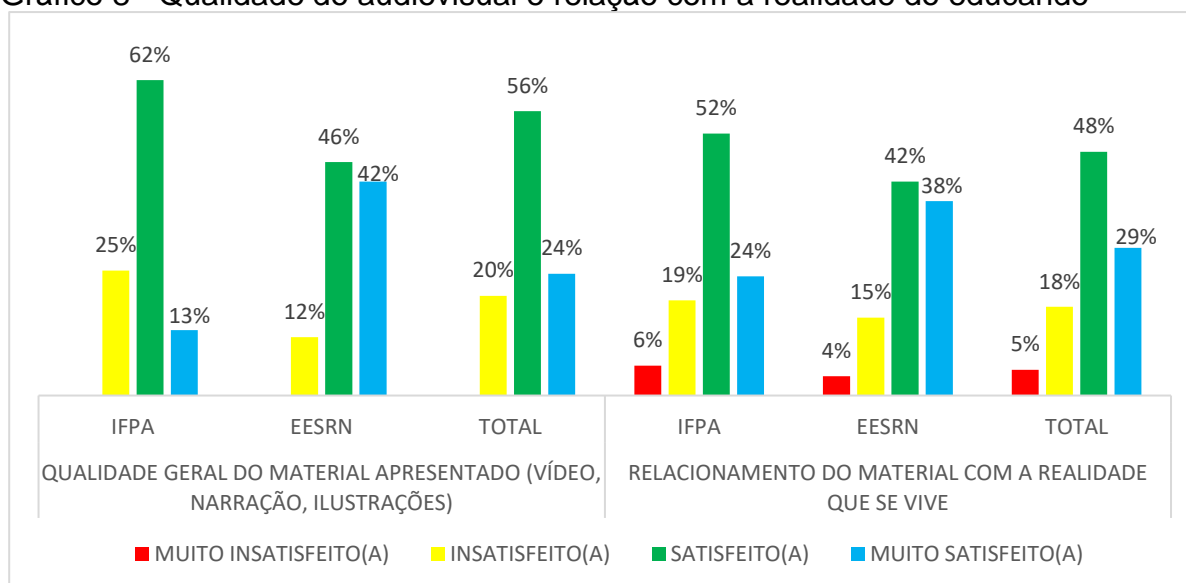
assuntos trabalhados em sala de aula, o que pode ser justificado pelo fato que 52% dos alunos que participaram estão cursando 1º ano do Ensino Médio e não tiveram contato, em seus estudos disciplinares, com alguns conceitos apresentados.

Também foi interessante que a percepção das questões ambientais, demonstrada por 74% dos participantes, decididamente se percebem como integrantes do produto audiovisual apresentado, sendo que 61% em média, dizem-se motivados a participar de outras questões ambientais e que 63% alegam recomendar o vídeo a outras pessoas.

A satisfação geral dos discentes, quanto a qualidade do material, apenas 24% alega estar muito satisfeito, os discentes do IFPA apenas 13% se acharam plenamente satisfeitos com a qualidade do audiovisual, mesmo assim 62% de satisfeitos e foram 25% de insatisfeitos, nas falas alegaram que o áudio ruim, foi a principal dificuldade. Já na EESRN o número de satisfeitos e muito satisfeitos com a qualidade do produto chega a 88%, com apenas 12% de insatisfeitos, talvez o ambiente acústico contribuiu com esta maior aceitação.

Na relação com a própria realidade, apenas 24% dos discentes do IFPA alega estar muito satisfeitos, 52% se diz satisfeito, 19% se achou insatisfeito e 6% muito insatisfeito, em contraparte na EESRN os satisfeitos e muito satisfeitos, são numericamente quase iguais e somadas chegam a 80%, 15% se achou insatisfeito e 4% muito insatisfeito (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Qualidade do audiovisual e relação com a realidade do educando



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos pelo autor

Os discentes do IFPA tiveram uma carga horária superior, de 4 h/aula por turma, enquanto os alunos da EESRN tiveram 2 h/aula, teve-se observações sobre o conhecimento adquirido de outra realidade. Na visão dos educandos do IFPA, as praias utilizadas pelos moradores da Região Metropolitana de Belém, tem uma situação análoga a situação das praias de Santarém e Belterra, com relação a balneabilidade, mas não há o problema das cianobactérias, mas manifestaram-se em relação a necessidade inteirar-se sobre o tema, observando localmente e se possível cobrar das autoridades, análises das praias locais. Sobre a questão das cianobactérias do Tapajós, apesar das relevantes informações, alegou-se não haver relação com a realidade de Belém.

Os alunos da EESRN alegaram conhecerem em parte a realidade observada no audiovisual, porém disseram não conhecer as dimensões do problema e consequências, tão pouco as possíveis soluções que podem ser implementadas. Foi interessante observar o maior envolvimento e questionamentos dos discentes da EESRN em comparação aos alunos do IFPA, provavelmente mais motivados por ser uma questão local. Chamou a atenção a reação inesperada de aplausos dos alunos da EESRN ao final da apresentação do audiovisual, novamente o fato da identidade com uma questão local permite uma maior identificação e achar-se parte da questão.

## 8 RECOMENDAÇÕES

### 8.1 Com base nos dados de sensoriamento remoto e de campo

A continuidade e ampliação do monitoramento através de sensoriamento remoto deve incluir monitoramentos e alertas de risco, com análises 'in situ' dos dados obtidos para comprovação dos dados remotos.

As coletas devem ser direcionadas para áreas prioritárias, de acordo com o nível das águas, aqui chamadas de pontos de origem das florações das quais destacam-se:

- a) No período da seca: a área ao Sul, próxima ao município de Aveiro-PA e a 35 km a Noroeste do município de Santarém-PA, nas enseadas do distrito de Arapixuna, margem esquerda do rio Tapajós.
- b) No período da enchente e cheia: desde a ponta do Suruacá e a partir da foz do rio Amorim se estendendo por toda a margem esquerda e chegando à margem direita na altura da ponta do Cururu seguindo pela margem direita até o encontro das águas.

A ocupação do solo, deve respeitar a legislação vigente de proteção as matas ciliares, não só nas margens do rio Tapajós, como também nas margens dos tributários.

Deve haver monitoramento específico, investigando a possível presença de substâncias originárias de adubação química, provavelmente carregadas através de cursos d'água e de canais de drenagem que desembocam na margem esquerda do rio Tapajós em Belterra, desde Jamaraquá até Aramanaí, observando que podem estar carreando principalmente nitratos e fosfatos, usados na produção de grãos no Planalto Santareno.

Existem estações de tratamento de esgoto ETE em Santarém, a estação do Mapiri e Maicá, as duas tratam parte do esgoto urbano, mas há necessidade de tratamento de esgoto dos núcleos urbanos de Belterra e Alter do Chão.

As análises de balneabilidade devem ser constantes, conforme preconiza a Resolução 274/2000 do CONAMA e não só antes dos momentos de grandes

demandas para atividades turísticas, estas análises devem incluir análises de cianotoxinas e riscos para saúde relativos a cianobactérias, conforme determina o Art. 2ª da Resolução 274/2000 do CONAMA.

A Resolução 274/2000 do CONAMA recomenda no Art. 2º parágrafo 4º alínea (f) da normativa que em caso de ocorrência de florações, estas devem ser investigadas até que se comprove que não trazem risco a saúde de banhistas, só podendo haver a emissão de parecer sobre a balneabilidade após a investigação da área estudada, porém a normativa 274/2000 não estabelece parâmetros numéricos sobre as cianobactérias e seus metabólitos, que constam na Normativa 357/2005.

Sugere-se portanto que a normativa a respeito da balneabilidade tenha os valores numéricos das cianobactérias, em especial quantitativo de células, concentração de clorofila-a e de cianotoxinas, oferecendo aos analistas, os parâmetros que assegurem a confiabilidade aos resultados que se traduzem em segurança aos usuários de praias e balneários nos quais há ocorrência de florações planctônicas.

## **8.2 Sobre a aplicação do produto audiovisual e sua validação**

O produto audiovisual aqui apresentado, pode ser exibido por inteiro, ou em capítulos isolados, combinados em sequências diferentes ou aplicando-se dois, três ou quatro dos sete blocos, para ilustrações de aulas, como “detonador” de discussões ou como indutor a pesquisa.

A ênfase do audiovisual é a evidente necessidade de pesquisa e planejamento para haver produções sejam simples ou complexas. Enfatiza-se que há necessidade da utilização de fundamentos teóricos e metodológicos para produção de audiovisual.

Os audiovisuais didáticos podem ter formatos diferentes, sendo importante buscar uma linguagem voltada ao público alvo, sem perder o alinhamento às questões acadêmicas, principalmente voltado para pesquisa, divulgação e aprendizagem inerentes a produção de conhecimento.

A produção de audiovisuais, a partir de questões locais com base em pesquisa e evidente ênfase ambiental é a proposta aqui apresentada, mas de forma

alguma pretende-se que este produto seja um modelo, lembrando que uma produção audiovisual é mais efetiva se for feita de forma participativa, envolvendo-se membros da comunidade em questão.

A produção participativa de materiais de uso em ensino, não só audiovisuais, reforça as 10 competências básicas da BNCC, que precisam ser desenvolvidas nos educandos; duas delas apontam para a cultura digital, que são as competências 4 e 5, o que de certa forma é uma realidade na vida dos alunos, com a popularização das mídias virtuais através de *smartphones* e *tablets*, devendo ser oportunizadas na produção e compartilhamento de vivências e experiências locais para outros grupos, com abrangência regional, nacional, quiçá o intercâmbio com outras culturas e países.

Para potencialização de uso do recurso audiovisual torna-se necessário haver investimentos direcionados necessariamente para este fim, conforme o que já está preconizado na legislação e normativas vigentes, o que provavelmente se converte(rá) na infraestrutura escolar, na formação de docentes e discentes, possibilitando a sustentabilidade do processo de novas produções e não meramente trazer o uso do recurso (audiovisual) para sala de aula, sem que haja o incentivo para criação crítica, colaborativa e compartilhada do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- AGUJARO, Livia Fernanda. **Subsídios para um plano de monitoramento de cianobactérias em reservatórios com vistas à balneabilidade. Estudo de caso: Reservatório Salto Grande, Americana, SP. 2007.** 191 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
- ALFONSO, Louise Prado; PY-DANIEL, Anne Rapp. Uma viagem pelo rio Tapajós: narrativas do presente sobre o passado na região de Santarém. **Ciência e Cultura**, Campinas – SP, v. 65, n. 2, p. 42-44, 2013.
- AMORIM, Antônia Terezinha dos Santos. **Santarém uma síntese histórica.** Canoas-RS: Editora ULBRA, 1999. 256 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos:** sistemas gerenciados de dados transmitidos pela Plataformas de Coletas de Dados PCD. 2018. Página de acesso. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>. Acesso em: 14 out. 2018.
- AZEVEDO, Sandra Maria Feliciano Oliveira. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina online**, São Paulo, SP, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1998.
- BRANCO, Alessandra Batista de G. *et al.* Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 702-713, 2018. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/174>. Acesso em: 23 mai. 2019.
- BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC, versão aprovada pelo CNE.** Brasília,DF. Novembro de 2017a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Cianobactérias/ cianotoxinas:** procedimentos de coleta, preservação e análise. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015. 106 p.
- BRASIL. Ministério Público Federal. **Ação civil pública referente inquérito civil do licenciamento do Buriti Imóveis em Santarém - PA.** Santarém, PA, 2017b. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2017/acp-licenciamento-buriti-imoveis>. Acesso em: mai. 2019.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial [da] União, Brasília-DF, 25 de janeiro de 2001.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Diário Oficial [da] União, Brasília-DF, 18 de março de 2005.



BRIGAGÃO, Luiz Gustavo Godoy. **Estudos ecofisiológicos de Sphaerospermopsis torques-reginae (Cianobactéria)**: variações no crescimento, produção de pigmentos, lipídeos e peptídeos. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Toxicologia e Análises Toxicológicas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo – SP, 2014.

CAMPOS, Jonas Silva; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazônia, Amazonian Biota)**, Macapá, v. 5, n. 4, p. 110-118, 2015.

CAPITANI, Leonardo. **Modelo ecotrófico do baixo rio Tapajós**: análise da teia trófica e dos impactos associados à pesca e desmatamento. Orientador: Renato de Azevedo Matias Silvano. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, 2017.

CARDOSO, Marcelia Castro *et al.* Expansão urbana em Santarém, Pará: uma análise a partir da ocupação Vista Alegre do Juá. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 8., 2017. Santa Cruz do Sul, RS. **Territórios, Redes e desenvolvimento Regional**: perspectivas e desafios. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/download/16666/4371>. Acesso em 02 fev. 2019.

CARLETTO, Marcia Regina; LINSINGEN, Irlan Von; DELIZOICOV, Demétrio. Contribuições a uma educação para a sustentabilidade. *In*: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDAD E INNOVACIÓN; CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INNOVACIÓN PARA EL DESSARROLLO EM IBEROAMÉRICA, 2006. **Anais [...]** México: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000156&pid=S1678-6971201300030000600006&lng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000156&pid=S1678-6971201300030000600006&lng=en). Acesso em 25 out. 2019.

CHELOTTI, Giancarlo Brugnara. **Análise espaço-temporal da concentração de sedimentos em suspensão no reservatório do Descoberto (DF), por meio de sensoriamento remoto**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília,DF, 2018.

COELHO, Mozart Aubert Nascimento. Letramento digital: novas perspectivas para a prática cidadã/digital. **Grau Zero**, [Salvador], v. 6, n. 2, p. 17-37, 2019.

COELHO, Sandra Straccialano. Perspectivas da análise narrativa no cinema: por uma abordagem da narrativa no filme documentário. Doc. On-Line: **Revista Digital de Cinema Documentário**, [Espanha]. n. 11, p. 25-55, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5390835.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

COLE, Gerald. **Textbook of limnology**. Saint Louis: The C. V. Mosby. 1994. 426 p.

COMPARATO, Doc. **Da criação ao roteiro**: teoria e prática. São Paulo: Summus 2009. 496 p.

CONAGUA AMBIENTAL. **1º Boletim de Monitoramento da Balneabilidade**: praias da orla fluvial direita do rio Tapajós no município de Santarém-PA. Santarém: SEMMA. 2017. Disponível em: <http://www.agenciasantarem.com.br/midias/anexos/1491A/1/boletim/de/monitoramento/da/balneabilidade/das/praias/da/orla/fluvial/direita/do/rio/tapajos/em/santarem-pa.pdf>> Acesso em: 04 fev. 2018.

CRUZ, Patrícia Silva; VIANA, Leandro Gomes; CEBALLOS, Beatriz Susana Ovruski de. Reservatórios tropicais: eutrofização e florações de cianobactérias. *In*: SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2019, Belo Horizonte-MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte-MG: Poison (org.), 2019. v. 3, p. 32 – 42. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alexandre\\_Pimenta3/publication/336319947\\_Uso\\_do\\_Biochar\\_para\\_Fins\\_Agricolas\\_Vantagens/links/5d9c785e299bf1c363ff4767/Uso-do-Biochar-para-Fins-Agricolas-Vantagens.pdf#page=32](https://www.researchgate.net/profile/Alexandre_Pimenta3/publication/336319947_Uso_do_Biochar_para_Fins_Agricolas_Vantagens/links/5d9c785e299bf1c363ff4767/Uso-do-Biochar-para-Fins-Agricolas-Vantagens.pdf#page=32). Acesso em: 14 set. 2019.

CYANOLAKES. **Online cyanobacteria warning and information service**. 2018. Página inicial. Disponível em: <https://online.cyanolakes.com>. Acesso em: 12 nov. 2018.

COSTA, Suzete Duarte da *et al.* **Algas e cianobactérias continentais no estado do Pará, Brasil**. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE), 2014. 351 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1002183/1/LIVROALGAS.pdf>. Acesso em: nov.2018.

DIAS, João Aluizio Piranha *et al.* **A festa do Çairé e a resistência indígena**: uma experiência ancestral dos Borari em Alter do Chão, Santarém-PA. 2018. 223 f. Tese (Doutorado em Sociedade e Cultura na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas. 2019.

ELICKER, Carolina *et al.* Estudo da utilização da biomassa de cianobactérias como matéria-prima para a síntese de biodiesel através da reação de esterificação in situ. **Revista Virtual de Química**, [Niterói], v. 7, n. 6, p. 2497-2508, 2015.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 574 p.

FELBER, Denise; KRAUSE, João Carlos; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Chapecó, RS, v. 1, n. 2, 2018.

FERREIRA, Kássia Crislayne Duarte; ANDRADE, Marcus Vinicius; COSTA, Adriana Guimarães. A influência do lançamento de efluentes de galerias pluvias na balneabilidade da praia do futuro em Fortaleza-Ce. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 7, n. 3, 2014.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. Brasília-DF: Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2005. Disponível em: [http://www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2013/04/conceitos\\_sm.pdf](http://www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2013/04/conceitos_sm.pdf). Acesso em: 03 fev. 2019.

FLORENZANO, Teresa Galloti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 123 p.

FONSECA, Wilson. **Meu baú mocorongo**. Belém: SECULT/SEDUC, 2006. 287 p.

FREITAS, Pedro Henrique de; ANDRADE, Mariana A. de Bologna Soares. Vídeos de entretenimento no ensino de ciências: propostas pedagógicas para a apresentação do conteúdo de ecologia. **Revista Ciências & Ideias**, Nilópolis, v. 9, n. 3, p. 183-193, 2019.

GENEROSO, Ana Amélia Pardini *et al.* Abordagem qualitativa do uso das TDIC na educação básica. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 2013, Campinas-SP. **Anais [...]** Campinas-SP, 2013. v.1, n. 1, p. 230. Disponível em: <https://brie.org/pub/index.php/wie/article/view/2600/2256>. Acesso em: 23 mar. 2019.

GREB, Seven; DEKKER, Arnold; BINDING, Caren. (ed.). Earth Observations in Support of Global Water Quality Monitoring International Ocean Colour Coordinating Group (IOCCG), **IOCCG Report Series, n. 17**, Dartmouth, Canada, 2018. 133 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/locgg\\_locgg/publication/328430392\\_Earth\\_Observations\\_in\\_Support\\_of\\_Global\\_Water\\_Quality\\_Monitoring/links/5bcdf6804585152b144da59f/Earth-Observations-in-Support-of-Global-Water-Quality-Monitoring.pdf](https://www.researchgate.net/profile/locgg_locgg/publication/328430392_Earth_Observations_in_Support_of_Global_Water_Quality_Monitoring/links/5bcdf6804585152b144da59f/Earth-Observations-in-Support-of-Global-Water-Quality-Monitoring.pdf). Acessado em: 03 abr. 2019.

INTERNATIONAL OCEAN COLOUR COORDINATING GROUP. **Earth observations in support of global water quality monitoring**: Reports of the international ocean-colour coordinating group. Dartmouth, Canada: [s.n.], 2018. 133 p. Disponível em:

GREGOLIN, Maíra; SACRINI, Marcelo; TOMBA, Rodrigo Augusto. **Web-documentário**: uma ferramenta pedagógica para o mundo contemporâneo. 2002. Monografia (Graduação do Curso de Comunicação Social - Jornalismo) - Faculdade de Jornalismo. PUC – Campinas. SP, 2002.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; SILVA, Osmar Henrique Moura da. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n2/a14v17n2.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2018.

LEITE, Eliane Campos Ruiz *et al.* Influência da motivação no processo ensino aprendizagem. **Akrópolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR**, Umuarama, PR, v. 13, n. 1, p. 23-29, 2005.

LIMA, Diego Lanza *et al.* Revisão bibliométrica sobre turbidez e sólidos suspensos por sensoriamento remoto. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 107-116, 2019.

LOBO, Felipe de L. *et al.* Estudo espaço-temporal de florações de cianobactérias no rio Tapajós: monitoramento por sensoriamento remoto e experimento em laboratório. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 2017. **Anais eletrônicos**. Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2017/10.23.19.35.43/doc/59234.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

LUCENA, Roberto Marden; SANTOS, José Carlos Silva. Produção audiovisual e sua correlação com as novas tecnologias: a realização e os impactos da oficina do audiovisual no processo ensino-aprendizagem em Barreiras-Ba. **Revista Educação & Ensino**, Fortaleza, v. 3, n. 1, 2019. Disponível em <http://periodicos.uniateneu.edu.br/index.php/revista-educacao-e-ensino/article/view/7/7>. Acesso em: 12 set. 2018.

LUIZ, Alfredo José Barreto *et al.* Auxílio das imagens de satélite aos levantamentos por amostragem em agricultura. **Agric.**, São Paulo, São Paulo, Instituto de Economia Agrícola (IEA), v. 49, n. 1, p. 41-54, 2002.

MACHADO FILHO, F. **Curso de roteiro grátis** - episódio 4. [S.l.], 2016. (25m 13s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PI4c7e4Q3AQ>. Acesso em: 04 jun. 2018.

MACHADO FILHO, Francisco. Segunda tela: você ainda vai ter uma? **Revista da Set: Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 133, p.84-90, maio 2013.

MACKAY, Heather. *et al.* The role of earth observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention. **Wetlands. Journal of Environmental Management**, Maryland, v. 90, n. 7, p. 2234-2242, 2009.

MALCHER, Maria Ataíde; COSTA, Luciana Miranda; LOPES, Suzana Cunha. Comunicação da ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade. *Animus*. **Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, [Santa Maria], RS, v. 12, n. 23, 2013.

MALCHER, Maria Ataíde; RAIOL, Weverton. Ciência em narrativas publicitárias: estratégias na TV aberta. **Comunicação, Mídia e Consumo**, São Paulo, v. 15, n. 42, 2018.

MARIN, Victor Augustus *et al.* **Fixação biológica de nitrogênio**: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical. Seropédica. (Série Documentos: Embrapa Agrobiologia INFOTECA-E), [Brasília,DF], 34 p,1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/598661>. Acesso em 03 Nov. 2018.

MALLMANN, Elena Maria. Massive/Small Open Online Courses (MOOC/SOOC) e Recursos Educacionais Abertos (REA): inovação disruptiva na educação online e aberta. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 18, n. 56, p. 84–107, 2018.

MATTHEWS, Mark William. A current review of empirical procedures of remote sensing in inland and near-coastal transitional waters. **International Journal of Remote Sensing**, [United Kingdom] v. 32, n. 21, p. 6855-6899, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431161.2010.512947>. Acesso em: 14 out. 2018.

MONDARDO, Renata Iza. **Influência da pré-oxidação na tratabilidade das águas via filtração direta descendente em manancial com elevadas concentrações de microalgas e cianobactérias**. 2004. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, 2004.

MORAIS, Anderson de Assis. **Avaliação de técnicas convencionais de tratamento de água para consumo humano na remoção de cianobactérias e cianotoxinas e processos oxidativos para remoção de microcistinas**. 2012. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. São Paulo: Papyrus, 2003. 176 p.

NEVES, Eduardo. **Arqueologia da Amazônia**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006. 88 p.

NIMUENDAJÚ, Curt. Os Tapajó. **Revista de Antropologia**, [São Paulo], v. 1, n. 1, p. 53-62, 1953.

NOVAES, Túlio Chaves. Ação Civil Pública que objetiva a garantia do direito fundamental à saúde da coletividade difusa que usa o balneário de Alter do chão em virtude dos elevados índices, com resultados progressivos nos últimos anos, de contaminação da população local pelo vírus causador da hepatite "A". **Revista do Ministério Público do Estado do Pará**, Belém, v. 8, n. 8, p. 297-314. 2015.

NICHOLS, Bill. **Introdução ao documentário**. Campinas: Papyrus, 2005. 272 p.

NÓBREGA, Wilker Ricardo de Mendonça. **Turismo e políticas públicas na Amazônia brasileira**: instâncias de governança e desenvolvimento dos municípios de Santarém e Belterra, oeste do estado do Pará. 2012. 308 f. Tese (Doutorado em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

NODARI, Sandra. A Pesquisa como fundamento no roteiro de documentário. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 35., Fortaleza, 2012. **Anais [...]**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2012. , p.1-11. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/sis/2012/resumos/R7-0694-1.pdf>. Acesso em: nov. 2018.

OLIVER, Sofia Lizarral de; RIBEIRO, Helena. Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 95-128, 2014.

OLIVEIRA, Cristiane Alves de. **Caracterização da produção de pigmentos e da atividade antioxidante de *Nostoc spp.* sob diferentes intensidades luminosas**. 2012. xii, 78f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2012.

OLIVEIRA, Josciane Carneiro. *et al.* Identificação de aspectos e Impactos Ambientais em Turismo de praia e Sol, no Município de Santarém-Pa, Brasil. *In*: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2018, Gramado-RS. [**Anais...**] Gramado-RS: IBEAS, 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/XV-057.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

OLIVEIRA, Wemerson de Castro. *et al.* Cianobactérias: uma revisão sobre potencial nutricional e alguns aspectos biotecnológicos. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, [Londrina], v. 2, n. 1, p. 49-67, 2013.

PASQUALINI, Juliana Campregher; MORAES AGUDO, Marcela de; TEIXEIRA, Lucas André. Proposta Curricular para a Educação Infantil: a experiência. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 2, n. 11, p. 1 – 11, 2018.

PENAFRIA, Manuela. O filme documentário em debate: John Grierson e o movimento documentarista britânico. *In*: CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO EM CONGRESSO NA COVILHÃ, 2005, Covilhã. [**Estética e Tecnologia da Imagem**]. Covilhã: Livros Labcom, 2004. v. 1, p. 185-195.

PARSONS, Timothy Richard; STRICKLAND, John. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments with revised equations of ascertaining Chlorophyll  $\alpha$  and carotenoids. **Journal of Marine Research**, [New Haven], v. 21, n. 3, p. 155-163. 1963. Disponível em: <https://images.peabody.yale.edu/publications/jmr/jmr21-03-02.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

POLICARPO, Ivani; STEINLE, Marлизete Cristina Bonafini. Contribuições dos recursos alternativos para a prática pedagógica. *In*: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. **Cadernos PDE**, Curitiba: SEED/PR., v.1, 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2345-8.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2018.

POMPERMAYER, Fabiano Mezdre. *et al.* **Hidroviás no Brasil: perspectiva histórica custos e institucionalidade.** (Texto para Discussão, n. 1931), Brasília-DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014.

PRIMAVESI, Odo; ARZABE, Cristina; PEDREIRA, Marcos dos Santos. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos.** São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste-Documents (INFOTECA-E), 2007. 200 p.

RENTE, Andréa Simone Gomes. **Áreas de proteção ambiental como inspiração para o desenvolvimento sustentável com liberdade: o caso da criação da APA - Alter do Chão/PA.** 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2006.

ROCHA, Bruna Cigaran; OLIVEIRA, Vinicius Honorato de. Floresta virgem? O longo passado humano da bacia do Tapajós. *In*: ALARCON, Daniela Fernandes; MILLIKAN, Brent; TORRES, Mauricio (org.). **Ocekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós.** Brasília, DF: International Rivers Brasil; Santarém: Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, 2016. p. 395-415. Disponível em: <https://www.internationalrivers.org/pt-br/resources/ocekadi-hidrel%C3%A9tricas-conflitos-socioambientais-e-resist%C3%Aancia-na-bacia-do-tapaj%C3%B3s-11503>. Acesso em 14 mai. 2019.

RODRIGUES, Gelze Serrat Souza Campos; COLESANTI, Marlene Teresinha Muno. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 51-66, jun. 2008.

SÁ, Lena Lílian Canto de *et al.* Ocorrência de uma floração de cianobactérias tóxicas na margem direita do Rio Tapajós, no Município de Santarém (Pará, Brasil). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 1, n. 1, p. 159-166, 2010.

SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. **História ecológica da terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. 307 p.

SANTOS, Paulo Rodrigues dos. **Tupaiulândia**. 3. ed. Santarém: ICBS/ACN, Gráfica e Editora Tiagão, 1999, 544 p.

SCHOPENHAUER, Arthur. **Sobre a filosofia e seu método**. São Paulo: Hedra, 2010. 266 p.

SILVA, Juliana Oliveira. Entre casas e estradas: ecos de uma Amazônia urbana no circo de rua. **Ponto Urbe: Revista do Núcleo de Antropologia Urbana da USP**, São Paulo, n. 23, p. 1 – 21, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/pontourbe/4581>. Acesso em: out. 2019.

SILVA, Maria Júlia Veiga da; BRAGA, Roberto. Áreas de risco no planejamento urbano e ambiental de Santarém Pará: análise do plano diretor e do código ambiental municipal. *In*: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., Maceió – Al, [Anais...] 2016. Disponível em: <https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper952.pdf>. Acesso em: mar. 2019.

SILVA, Sâmea Cibele Freitas da. **Ecotoxicologia de cianobactérias no canal principal do Baixo Rio Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil**. 2012. 98 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia – PPGRNA) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2012.

SILVA, Sâmea Cibele Freitas da; PELEJA, José Reinaldo Pacheco; MELO, Sérgio. Flutuação temporal de cianotoxinas (Microcistina) no rio Tapajós (Santarém, Amazônia-Brasil). **Scientia Plena**, Aracaju, v. 15, n. 8, p. 1-13, 2019.

SIOLI, Harald. 50 anos de pesquisas em limnologia na Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 287-298, 2006.

SIQUEIRA, Danilo Barbosa; OLIVEIRA-FILHO, Eduardo Cyrino. Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão. **Universitas: Ciências da Saúde**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 109-127, 2008.

SOUSA, Eliane Brabo de. **Fatores ambientais reguladores da dinâmica do fitoplâncton e das cianobactérias dos mananciais de abastecimento da região metropolitana de Belém, Pará, Brasil**. 2017. 235 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SOUZA, Gustavo. Fronteiras (in) definidas: aproximações e divergências entre documentário e jornalismo. **Caligrama**, São Paulo. Online, v. 3, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/caligrama/article/view/64872/67486>. Acesso em: mai. 2018.

SOUZA, Gustavo. Gênero, discurso e gêneros do discurso: contribuições de Carroll, Nichols e Bakhtin para o estudo do documentário cinematográfico. **Fronteiras-Estudos Midiáticos**, São Leopoldo, RS, v. 10, n. 2, p. 104-110, 2008.

SOUZA, Jacqueline Lopes de; SILVA, Iracema Reimão. Avaliação da qualidade ambiental das praias da ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 469-483, 2015.

SOUZA, Ronald Buss de. Sensoriamento remoto: conceitos fundamentais e plataformas. *In*: WORKSHOP GEOTECHNOLOGIES FOR NATURAL DISASTER MONITORING IN LATIN AMERICA, 4., 2010, Santa Maria, RS. [Poster] Santa Maria, RS: Inpe, 76 slides, color., 2010. Disponível em: [http://www3.inpe.br/crs/crecteatc/pdf/ronald\\_ceos.pdf](http://www3.inpe.br/crs/crecteatc/pdf/ronald_ceos.pdf). Acesso em: 23 jan. 2019.

THE NATURE CONSERVANCY. **Tapajós 3D**: desenvolvimento, meio ambiente e bem-estar humano na bacia do Tapajós. 74 Mapas com informações físicas e socioeconômicas sobre a Bacia do Tapajós. Concepção Blueprint. Escala 1:210.000. Brasília, DF, 2018. Disponível em: [www.tnc.org.br/content/dam/tnc/fnature/en/documents/brasil/atlas-tapajos-3d-web.pdf&usg=AOvVaw2zxYz90Cwi12vaRN-jmuOc](http://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/fnature/en/documents/brasil/atlas-tapajos-3d-web.pdf&usg=AOvVaw2zxYz90Cwi12vaRN-jmuOc). Acesso em: 12 jun. 2018.

TORI, Romero. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. 2. ed. São Paulo: Artesanato Educacional LTDA, 2018. 271 p.



## **APÊNDICE A - ELABORAÇÃO DE ROTEIRO DO AUDIOVISUAL: PRAIAS DO TAPAJÓS PARA GERAÇÕES PRESENTES E FUTURAS**

### **Logline**

O rio Tapajós e suas belezas naturais sofre com pressões antrópicas que estão levando a perda de qualidade ambiental de suas águas. Os estudos e monitoramentos levantam a situação e apontam soluções para estes problemas.

### **Historyline**

Fazendo parte da Bacia do Tapajós, o rio Tapajós, tem praias muito apreciadas na sua porção final entre os municípios de Santarém e Belterra, que tiveram uso mais intenso a partir de 2009, quando se observou o aumento das atividades turísticas e ocupação do solo, mas em 2015 a diminuição dos índices de balneabilidade, levou o poder público a monitorar a área e executar medidas de saneamento. Desde 2001, o aumento da ocorrência de extensas florações de cianobactérias tornou-se uma questão a ser estudada, visando a manutenção da qualidade ambiental e o uso sustentável dessas praias.

### **Argumento**

O nome do rio Tapajós, veio dos Tupaius, etnia que viveu onde é atualmente Santarém e foi extinta a partir do Séc. XVII.

A sociedade contemporânea santarena passou a moldar uma cultura ligada ao ambiente, e as praias do Tapajós se tornaram a identidade cultural de Santarém.

O rio Tapajós nasce no Brasil central e tem características geoquímicas particulares em relação aos demais rios amazônicos, com águas cristalinas, leito definido e cor azul,

Este rio é formado na junção dos rios Juruena e Teles pires, sendo encachoeirado, veloz, estreito e pouco navegável desde sua gênese até São Luiz do Tapajós, um pouco mais profundo e navegável desde Itaituba até Aveiro, a partir desta é largo, de baixa velocidade e forma praias.

Sofre inúmeras pressões ambientais antrópicas desde suas nascentes no Brasil Central até sua foz, quando deságua no rio Amazonas na área urbana de Santarém-Pa.

Na porção Sul, com dominância de Cerrado, estão suas nascentes tem-se áreas menores de unidades de conservação e terras indígenas e o domínio é a agricultura de commodities com destaque para produção de soja e algodão, mas há pecuária, garimpagem e exploração madeireira.

Na porção Norte, que corresponde a Amazônia, a maioria das áreas encontra-se no Pará, há grandes áreas com unidades de conservação e terras indígenas, mas as pressões continuam, no caso algumas se repetem e se intensificam em certas áreas, como a garimpagem na província aurífera de Itaituba.

Tem-se também a pecuária, exploração madeireira, mas surgem outras atividades como o uso de portos, hidrovias para o escoamento da produção de grãos no Brasil central e turismo de massa tipo praia Sol, no período da vazante e seca do rio Tapajós, ocorrendo principalmente na porção final da margem direita entre Santarém e Belterra.

Alter do Chão foi uma aldeia da etnia Borari, uma vila de pescadores e coletores que já era bastante conhecida no Pará, por suas belezas naturais, mas ganhou grande destaque quando em 2009 uma coluna especializada do The Guardian, a escolheu como a melhor praia do Brasil, passando a ser chamada de “caribe brasileiro” passou a ter uma grande visitação, atividades turísticas, especulação imobiliária, ocupação do solo.

Em 2015 Alter do chão foi interditada a pedido do MPE, por haver 20 casos de hepatite A e devido aos péssimos índices de balneabilidade, atestados por análises da SEMA/PA. Um termo de ajustamento de conduta foi assinado, a Prefeitura de Santarém passou a monitorar a qualidade da água e melhorar as condições de saneamento de Alter do Chão e demais comunidades da margem direita do Tapajós.

Uma outra questão, a respeito da qualidade da água vem à tona, quando da formação de grandes massas esverdeadas, as vezes manifestadas como uma espuma verde flutuando no rio

As cianobactérias surgiram a cerca de 3 bilhões de anos, mudando a atmosfera da Terra produzindo através da fotossíntese, matéria orgânica e oxigênio.

São a base de muitas cadeias alimentares, algumas espécies são úteis como alimentos, medicamentos, produção de biocombustíveis, são as maiores produtoras de oxigênio atmosférico, porém em certas situações produzem metabólitos secundários que em alguns casos podem ser tóxicos.

A tragédia de Caruaru um caso dramático no qual 60 pacientes que faziam hemodiálise, foram intoxicados com água contendo microcistina, uma toxina produzida por cianobactérias, outro caso ainda em fase de estudos, associa casos de microcefalia na Região Nordeste do Brasil, além do Zika vírus, a presença de cianotoxinas na água acentuaria o problema.

O “limo” do Tapajós, é a manifestação de cianobactérias, observados desde a década de 1990 e a partir de então passaram a ser mais frequentes, sendo também chamada vulgarmente de cauixi.

Pesquisas pontuais foram realizadas e comprovaram a ocorrência de cianobactérias, o principal motivo é a eutrofização de ambientes lênticos (lagos) mas o Tapajós sendo o Tapajós um rio que de desde Aveiro até Santarém, fica muito largo, e assemelha-se a um lago, pesquisadores o denominaram um ambiente “semi-lótico”

As causas destas florações no Tapajós estão esclarecidas. As análises de balneabilidade não relatam a presença de cianobactérias, organismos úteis, mas perigosos em algumas situações, no caso do Tapajós, para a saúde dos banhistas.

O aumento das atividades de produção de grãos pode estar relacionado ao aumento das manifestações de plâncton e as áreas de origem das florações na margem esquerda, podem ter relações com as áreas de produção de grãos.

A área do rio Tapajós de Aveiro a Santarém, foi monitorada via Satélite de novembro de 2018 a outubro de 2019, os dados obtidos foram relativos à concentração de clorofila-a, densidade de células, áreas de cobertura das florações, riscos relacionados a ocorrência, contato primário e secundário. Os dados do nível do rio foram correlacionados com os dados obtidos e validados em coletas feitas nas

praias da margem direita, os locais de maior frequência de atividades recreativas aquáticas.

O nível do Tapajós segue um ciclo anual de seca, enchente, cheia e vazante, no qual cada período apresenta características e locais de manifestações de cianobactérias, a saber: seca – nas enseadas de Arapixuna e próximo de Aveiro, enchente - área da margem esquerda desde a foz do Amorim até as praias da margem direita, cheia - similar a enchente, com uma área maior, vai desde a ponta do Surucá, segue pela margem esquerda e vai até a margem direita chegando a foz do Tapajós.

Coletas de amostras de água feitas na Ponta do Tauá, no Pajussara, no Maracanã e no Mapiri e foram pré-processadas na UFOPA em Santarém, sendo analisadas para clorofila-a, microscopia sendo a clorofila a usada para comparar os mapas de clorofila enviados pela Cyanolakes.

Os resultados apesar de ainda não preocupantes, demonstram que a situação pode estar se agravando e sendo a porção final da margem direita do rio de intenso uso turístico e maior densidade demográfica, observa-se que esta porção inspira maiores cuidados e atenção com relação a qualidade das águas.

Os monitoramentos devem continuar principalmente nas áreas de origem das florações planctônicas, mas observando que os maiores riscos são nas áreas mais populosas, lembrando dos acontecimentos que levaram a interdição das praias de Alter-do-Chão devido a perda da balneabilidade devido a um surto de hepatite A e excesso de coliformes fecais.

A região do Tapajós, suas cultura e belezas naturais, são um importante patrimônio da socio-biodiversidade amazônica que está sendo observada e visitada por pessoas do mundo inteiro. Toda esta riqueza de uso milenar deve ser preservada para que as gerações atuais e futuras possam usufruir de seus benefícios de forma sustentável.

## Roteiro

Quadro 9 - Roteiro de Praias do rio Tapajós para gerações presentes e futuras

SEQ	VÍDEO	ÁUDIO/NARRAÇÃO
Introdução		
1.	Introdução: tela de mostra cenas subaquática no rio Tapajós olhando para o céu que compõe o fundo, aparecem as logomarcas da UFPA e <i>PROFCIAMB que dão lugar</i> a logo do Projeto Praias do Tapajós que surge da parte superior, com zoom ocupando o centro da tela e em seguida vai para o canto inferior direito onde permanece como ícone em marca d'água.	(Introdução trilha sonora calma)  (Fecha trilha sonora)
2.	na sequência surge o título em letras brancas uma transição: "Praias do Tapajós, para gerações presentes e futuras..."	(Trilha sonora: Marigold)  (Fecha trilha sonora)
1.	Antes da narração título animado as cianobactérias. Trilha sonora: Mostra imagens microscópicas de cianobactérias Corta para ilustração de estromatólitos da Terra Primitiva. Gráfico do processo de fotossíntese em cianobactérias. Transição pra bolhas de ar na água. Novamente imagens microscópicas de cianobactérias. Vai para ilustração de fitoplâncton.	Narrador: as cianobactérias, são organismos unicelulares que surgiram na Terra a cerca de 3 bilhões de anos e mudaram a atmosfera terrestre, passando a produzir, através de um novo processo chamado fotossíntese, um gás que não existia neste período, o oxigênio. Já foram chamadas cianofíceas e algas azuis, são procariontes, por isso são mais próximas de bactérias do que dos demais micro-organismos que fazem parte do fitoplâncton.
2.	Mostra um dossel da Amazônia, corta para uma área alagada do Curuai e dar close em plantas. Mostra a lâmina d'água com macrófitas e faz transição para uma área de lago.	Sabe-se que as grandes florestas não são as maiores fornecedoras de oxigênio para a atmosfera terrestre, as plantas desempenham papéis importantes na base das cadeias alimentares e no clima, produzem oxigênio através da fotossíntese, mas consomem mais oxigênio do que produzem.  O fitoplâncton, produz através da fotossíntese, a maior parte do oxigênio atmosférico disponível, pois consome menos oxigênio do que produz.
3.	Mostra cianobactérias, uma área árida, uma área polar e uma fonte termal. Mostras algas em rocha, líquen em casca de árvore e uma massa de água, fechando em close. Mostra florações planctônicas, laranja, vermelha, azul e verde, enfatizando a cor verde dos blooms através abertura de imagem em plano e fechando em zoom sobre a cor verde do bloom.	Narrador: as cianobactérias, são fixadoras de nitrogênio atmosférico, existem em regiões áridas, polares e em inóspitas fontes termais, podem viver sobre rochas, cascas de árvores formando líquens, mas a maioria das espécies vive em ambiente aquático.  Produzem pigmentos secundários como caroteno (laranja), ficoeritrina (vermelho), ficocianina (azul), mas a clorofila-a é o pigmento fotossintetizante mais importante no estudo das cianobactérias, pois de acordo com a concentração de clorofila na

		<p>água, pode-se estimar a quantidade de cianobactérias em um ambiente.</p>
4.	<p>Mostrar a placa de “fazenda” de cultivo de cianobactérias.  Corte par um suplemento de Spirulina.  Mostrar um bloom estático e descer sobre ele o símbolo de tóxico.  Mostrar o procedimento de hemodiálise, com uma tarja no rosto dos pacientes.  Mostrar um plano da cidade de Caruaru-Pe, transição para ilustração de microcefalia.  Transição para uma fotografia de mosquito Aedes, corta para um bloom de algas e fecha com duas panorâmicas de açudes do Nordeste do Brasil.</p>	<p>Cianobactérias podem ser usadas na produção de biocombustíveis, suplementos alimentares e medicamentos, são a base da cadeia alimentar nos ecossistemas em que vivem, mas para se defender de predadores e da competição, podem produzir cianotoxinas, substâncias tóxicas que causam problemas aos seres vivos, que de alguma forma utilizam as águas contaminadas com estas substâncias.  O Brasil teve um dos casos mais dramáticos com relação a cianotoxinas, a “tragédia de Caruaru” em Pernambuco, na qual morreram 60 pacientes de hemodiálise, devido a água utilizada no procedimento estar contaminada com microcistina.  Uma pesquisa recente na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Garanhuns, associa os casos de microcefalia em crianças, cujas mães tiveram Zika vírus, ao consumo de água com cianotoxinas, por sinal o Nordeste do Brasil é a região brasileira que mais sofre com cianobactérias, por captar água de açudes, para abastecimento público.</p>
5.	<p>Mostra um mapa mundial de clorofila, faz uma panorâmica do centro urbano de Xangai.  Zoom em fotografia aérea do rio Murray e, uma de suas pontes e u bloom sobre a ponte.  Revela uma panorâmica de Ontário com um bloom de cianobactérias.</p>	<p>Como um fenômeno global, a perda da qualidade da água devido a ocorrência de florações planctônicas é uma triste constatação, por exemplo as áreas mais urbanizadas da China, estão a cada dia com menos água potável, devido a contaminação de suas águas superficiais, por cianobactérias, principalmente nas áreas mais urbanizadas.  O rio Murray, o terceiro maior da Austrália está comprometido e a maioria das suas áreas, sejam urbanas ou rurais, estão contaminadas por toxinas de cianobactérias.  Segundo a OMS, em todos os continentes o fenômeno de explosão populacional das cianobactérias, está sendo observado, desde a década de 1990. Além das alterações climáticas a superoferta de nutrientes, é o fator que mais contribui para este problema.</p>
6.	<p>Corta para uma área de seca, mostra o Sol iluminando a paisagem e faz a transição para um zoom em uma floração de cianobactérias, segue para uma ilustração do fenômeno de eutrofização em paisagem suposta, corta para um duto de esgoto e mostra um trator agrícola em atividade.</p>	<p>Em condições normais as cianobactérias têm suas populações limitadas por fatores climáticos, luminosidade e ofertas de nutrientes. A alteração de um ou mais desses fatores, ocasiona aumento ou diminuição de suas populações. As florações ou blooms, estão geralmente relacionadas aos processos de eutrofização, que é a superoferta de nutrientes, como nitrogênio e fósforo,</p>

		através de esgotos, efluentes industriais e atividades agropecuárias.
7.	Revelar um bloom em panorâmica, com zoom para sua área de ocorrência em velocidade reduzida. Corte para uma panela com água fervendo, um filtro caseiro de parede e um recipiente com hipoclorito de sódio. Transição para duas imagens de uma estação de tratamento uma fechando em zoom e outra abrindo a panorâmica.	Os blooms alteram a coloração da água e a tornam imprópria para ingestão e banho, por apresentar alterações de sabor, odor e em alguns casos, por apresentar as cianotoxinas, que podem ocasionar intoxicações e até morte de organismos aquáticos, de animais e do ser humano. De nada adianta ferver, filtrar ou clorar a água, os métodos convencionais, para tratamento de água, não têm eficácia para águas com cianotoxinas.
O “limo” do rio Tapajós		
1.	Transição para imagens mostrando os registros de florações em imagens de moradores locais e imagens aéreas de um bloom na ponta do Cururu, fechar com imagens de bloom na própria ponta do Cururu.	Narrador: a manifestação das florações planctônicas ou blooms, no rio Tapajós, é chamada pelos moradores locais de “limo”, fenômeno que aparentemente vem se intensificando no Baixo Tapajós, próximo a Santarém, desde a década de 1990.
2.	Mostrar uma área de soja no planalto Santareno, a ocupação imobiliária do Juá e Salvação em imagem aérea panorâmica, um duto de galeria pluvial usado para lançar esgotos em Alter do Chão e uma imagem de garimpagem no médio Tapajós.	O aumento das florações pode estar relacionado ao crescimento das atividades antrópicas na região, como: atividades agropecuárias, ocupação imobiliária, lançamento de esgotos não tratados e atividades de garimpagem no médio Tapajós.
3.	Localizar através de mapas e imagens a região lótica e “semi-lótica” do Tapajós. Transição para vídeo de bloom na ponta do Cururu em dezembro de 2018.	Narrador: o Tapajós, pode ser dividido em duas áreas, uma lótica, ou seja, um rio típico de águas correntes, desde a sua nascente até o município de Aveiro e uma “semi-lótica”, ainda um rio porém com características de um sistema lêntico, similar a um lago com correntes de baixa velocidade, o que favorece o fenômeno de eutrofização.
4.	Continua com imagens de bloom e segue mostrando o mapa da localização das áreas de blooms e áreas de produção de soja. Fecha com panorâmica em Jutuba, próximo a ponta de pedras.	As áreas de produção de grãos para o agrobusiness, na região do Planalto Santareno, podem estar fornecendo nutrientes para eutrofização da área “semi-lótica” do rio Tapajós, com a adubação química das áreas de produção. Mas há necessidade de mais estudos para comprovar esta hipótese, pois a área de origem dos blooms está a mais de 50km a montante das áreas de produção de grãos.
A área de estudo e a metodologia		
1.	Mostrar através de gráfico animado a subida e descida das águas no Tapajós. Transição de fotos com legenda de cada período.	O período de estudo foi de novembro de 2018 a outubro de 2019. A área analisada é de 2450 km <sup>2</sup> e vai desde o município de Aveiro até a sede do município de Santarém onde o rio Tapajós deságua no rio Amazonas.
2.	Mostrar o gráfico animado que relaciona a ocorrência das florações e a curva de clorofila, mostrar rapidamente os mapas deslizando para direita e zoom na imagem do satélite sentinel 3 fazendo transição para a página de acesso ao	Relacionou-se o nível do rio Tapajós com a pluviosidade, observando a ocorrência de florações planctônicas e a concentração de clorofila. Os dados e mapas gerados, foram obtidos através do satélite sentinel 3, em parceria

	Tapajós através do Cyanolakes, nova transição para a página da ANA/HIDROWEB.	com a agência espacial europeia e a Cyanolakes, um grupo de pesquisa sul-africano especializado no monitoramento de cianobactérias por sensoriamento remoto em todo o mundo. Os dados do nível e pluviosidade foram obtidos através do sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas.
A seca e a cheia e sua influência nos níveis de clorofila e blooms		
1.	Mostrar em gráfico animado, a subida e descida do nível do Tapajós e sua comparação com o nível de clorofila-a.	como na maioria dos rios da Amazônia, o rio Tapajós tem o ciclo anual de subida e descida do nível de suas águas, que para tornar didático dividiremos em enchente, de janeiro a abril, cheia em maio e junho, vazante de julho a outubro e seca em novembro e dezembro. Os blooms ou florações, como já visto, são extensas manifestações de plâncton que ocorrem em ambientes aquáticos eutrofizados. A concentração de clorofila-a, o mais abundante pigmento fotossintetizante da natureza é um importante índice no estudo das cianobactérias, pois elevados níveis de clorofila-a, geralmente indicam intensa atividade das cianobactérias.
2.	Demonstrar com um mapa animado de clorofila, fazendo pausas no momento de demonstrar as ocorrências de níveis altos de clorofila e seus blooms, relacionando-os, com legenda aos meses de cheia e seca.	O período chuvoso se acentua no Baixo Tapajós de dezembro a março. Observa-se que com as primeiras chuvas em novembro, a concentração de clorofila-a aumenta, daí em diante, reduz gradativamente até o final do período chuvoso, se estabilizando no período da cheia. De junho em diante, a concentração de clorofila continua a decrescer, provavelmente devido a vazão acentuada, típica do período de descida do nível das águas.
3.	Através de “infomapa” mostrar os períodos de cheia e seca e a ocorrência de blooms, destacando os períodos.	Os resultados obtidos por sensoriamento remoto indicam que as maiores florações de cianobactérias no rio Tapajós, ocorrem nos períodos de menor vazão, nos extremos de cheia e seca, quando as águas apresentam correntes de menor velocidade e acentuam-se os efeitos eutróficos. No período de enchente, observa-se a ocorrência de florações e os níveis de clorofila permanecem estáveis. Durante a cheia, são registrados os maiores blooms e o mês de maio assinala as maiores áreas de florações de cianobactérias. No período da vazante são observados os menores índices de florações, sendo agosto o mês de menor registro dos blooms, portanto melhor qualidade das águas quanto a presença de cianobactérias.



4.	<p>Transição coleta de amostras e para filtração das amostras feitas em laboratório para as análises. Mostrar mapas de florações e clorofila-a, fazendo zoom e correndo sobre o mapa com base na narração.</p>	<p>A presença de níveis elevados de clorofila-a, possivelmente é um indicador da presença de cianotoxinas, como o monitoramento por sensoriamento remoto é capaz de levantar dados de grandes áreas, pode-se determinar os locais de maiores riscos de intoxicações, baseando-se nas concentrações de clorofila-a obtidos. Durante os meses de seca, as maiores florações, concentram-se próximo do município de Aveiro, no início da área “semi-lótica” e a aproximadamente 23 km a Noroeste de Santarém na enseada que faz parte do distrito de Arapixuna. Nos meses de enchente os blooms iniciam, a aproximadamente 90 km a Sudoeste de Santarém, desde a ponta do Suruacá, passando pela foz do rio Amorim e demais comunidades da margem esquerda na Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns. Durante os meses de cheia, os blooms se assemelham ao período da enchente, mas ocupam áreas maiores, observa-se que o corredor de flutuação se estende desde o Suruacá, seguindo paralelo a margem esquerda do Tapajós, fazendo uma curva para a margem direita, na altura da ponta do Cururu, continuando paralelo as praias da margem direita do rio Tapajós até sua desembocadura no rio Amazonas.</p>
Coletas, análises e validação dos dados remotos		
1.	<p>Imagem do uso do disco de Secchi, uso da rede de plâncton, uso da garrafa de Van Dorn, Imagem de acondicionamento das amostras, imagem de filtragem a vácuo das amostras, imagem de visualização da tela da ANA observando o nível do rio e de imagem de satélite do mosaico de clorofila e gráficos de densidade de células na Cyanolakes. Corte para resultado das coletas feitas e seus resultados absolutos comparados com os dados de sensoriamento remoto. Transição para imagens de banhistas e turistas na praia do Carapanari, Pajussara e Alter do Chão.</p>	<p>Com a finalidade de validar os dados remotos, em 27 e 28/06/2019 foram realizadas coletas de amostras de água em quatro pontos das praias da margem direita do rio Tapajós em Santarém, a saber: ponta do Tauá na praia do Cururu em Alter do Chão, Praia do Pajussara, Praia do Maracanã e lago do Mapiri.</p>
2.	<p>Imagens da filtragem de amostras na UFOPA e as análises feitas em Belém na UFPA.</p>	<p>As amostras coletadas foram pré-processadas em Santarém, no laboratório Horácio Schneider, na Universidade Federal do Oeste do Pará, sendo então acondicionadas e enviadas para análises em Belém, no Laboratório Genômica da Universidade Federal do Pará, onde foi feita: a determinação de clorofila-a, a microscopia direta das amostras e os cultivos.</p>
3.	<p>Demonstrar o mapa comparativo de clorofila-a remotamente obtido e das análises.</p>	<p>As análises de clorofila-a apresentam compatibilidade com os dados de sensoriamento remoto, as análises de</p>

		microscopia simples revelaram a presença de 3 gêneros de cianobactéria e as amostras que estão em cultivo no laboratório Genômica/UFGA para estudos posteriores, podem apresentar outras espécies.
4.	Demonstrar como zoom no mapa de clorofila e cortar para imagens do ambiente em panorâmica.	Os resultados atestam a ocorrência de cianobactérias nas praias da margem direita do rio Tapajós, mas os estudos não são conclusivos para os riscos que as cianobactérias possam oferecer.
2015 pode se repetir?		
1.	Imagens da COSANPA em Santarém e sua captação no Irurá. Imagens de blooms em Santarém, rapidamente. Capas dos artigos sobre cianobactérias do Tapajós. Imagens das praias, orla de Santarém e seu uso turístico, fechar com placas de balneabilidade.	O sistema de abastecimento de água para a população de Santarém utiliza poços profundos, não há captação de águas superficiais para abastecimento público de Santarém.
2.	Mostrar imagens de florações feitas por populares.	Sabe-se que populares visualizam e registram frequentemente o “limo”. Publicações científicas, atestam a presença de cianobactérias no Tapajós.
3.	Mostrar imagens de mapas de clorofila-a e mapas das áreas de florações.	Os dados recentemente levantados por sensoriamento remoto juntamente com dados de amostras feitas por pesquisadores da UFGA em junho de 2019, reafirmam a presença desses seres clorofilados microscópicos nas águas do rio Tapajós.
4.	Mostrar uma imagem aérea de floração de 2010.	Portanto as cianobactérias são uma realidade no rio Tapajós, que tem praias com intenso uso turístico, o que pode representar um risco para a saúde pública.
5.	Destacar os trechos da normativa 274/2000 destacando os trechos de texto	A Normativa 274/2000 do Conama recomenda que se houver florações planctônicas em áreas de análise da balneabilidade, os locais das florações devem ser monitoradas até que se comprove os riscos para a saúde dos banhistas, só então emite-se laudo de balneabilidade em conjunto com os demais parâmetros analisados, certificando as áreas analisadas como própria ou imprópria para atividades recreativas de banho ou esportes aquáticos.
6.	Imagens do encontro das águas, da transparência das águas e dimensões do rio Tapajós, cortar para imagens do Arapiuns, voltar mostrando as praias da margem direita.	Ressalta-se que o rio Tapajós é o quinto maior rio da Bacia Amazônica, com uma vazão aproximada de 13540 m <sup>3</sup> /s, possui águas cristalinas e límpidas, há então um enorme sistema que é capaz de diluir os efeitos negativos das atividades antrópicas e próximo a sua foz, recebe um dos maiores e provavelmente o mais bem preservado dos seus afluentes, o rio Arapiuns, que despeja um considerável volume de água, melhorando, por diluição a

		qualidade das águas tapajônicas.
7.	Voltar para imagens de blooms, cortar para as imagens da interdição de Alter do Chão em 2015, voltar para imagens de praias vazias.	Não há relatos ou notificação de intoxicações por cianobactérias no rio Tapajós, por vezes a observação da presença das florações ou “limo”, afasta os veranistas mais pelo inconveniente da cor esverdeada da água e seu odor desagradável, do que por temor de riscos a saúde.
8.	Mostrar as notícias de jornais da época, enfatizando as questões de balneabilidade.	Mas é interessante lembrar da interdição de Alter do Chão em 2015, na qual um surto de hepatite e a presença de coliformes acima dos índices permitidos, tornaram Alter do Chão imprópria para banho, trazendo enormes prejuízos.
9.	Mostrar as placas de interdição de 2015 em zoom lento.	É interessante questionar: o que pode acontecer se houver um aumento progressivo de cianobactérias no Tapajós?
<b>Para gerações presentes e futuras</b>		
1.	Fazer takes de imagens de blooms no Tapajós, continuar mostrando panorâmicas das áreas turísticas.	As inúmeras pressões antrópicas na Bacia do Tapajós, provavelmente são as maiores responsáveis pelo aumento das florações planctônicas observadas.
2.	Imagem do uso do disco de Secchi, uso da rede de plâncton, uso da garrafa de Van Dorn, Imagem de acondicionamento das amostras, imagem de filtragem a vácuo das amostras.	É imprescindível que estudos mais aprofundados sejam feitos, em especial na área desde o Suruacá até a foz do rio Amorim, pois esta área, de acordo com os dados de sensoriamento remoto, apresentam o mais importante foco de origem das florações planctônicas no rio Tapajós.
3.	Imagem de visualização da tela da ANA observando o nível do rio e de imagem de satélite do mosaico de clorofila e gráficos de densidade de células na Cyanolakes,	Mas este não é um trabalho somente para os pesquisadores, todos devem estar envolvidos, e algumas medidas devem ser implementadas, em relação ao uso e ocupação do solo, como a diminuição do uso de adubos químicos, preservação de matas ciliares e a implantação de estações de tratamento de esgoto, dentre outras, garantindo a qualidade ambiental e a sustentabilidade das atividades desenvolvidas.
4.	Transição para imagens de banhistas e turistas na praia do Carapanari, Pajussara e Alter do Chão, fechando com por do Sol em frente a Santarém.	Atualmente a região do Baixo Tapajós, sua história, arqueologia, cultura, gastronomia e principalmente suas praias, constituem um dos roteiros turísticos mais importantes do Brasil, deve-se, portanto, preservar este patrimônio da sócio biodiversidade para gerações presentes e futuras.

Fonte: Elaborado pelo autor.