

# **Relatório Mensal do açude Castanhão:**

**Data da coleta: 15/12/2020**

**Período: dezembro 2020**

---

Realizado por Mário U. G. Barros, P.hD

FORTALEZA, 29 DE DEZEMBRO DE 2020

---

## **1 - INTRODUÇÃO**

O presente relatório visa fornecer informações sobre a qualidade de água do açude Castanhão referente à campanha realizada em 15 de dezembro de 2020. O monitoramento mensal realizado no Castanhão é voltado, principalmente, para a prevenção da ocorrência de eventos de mortandade de peixes, podendo a partir do conhecimento gerado, subsidiar um melhor gerenciamento desse corpo hídrico.

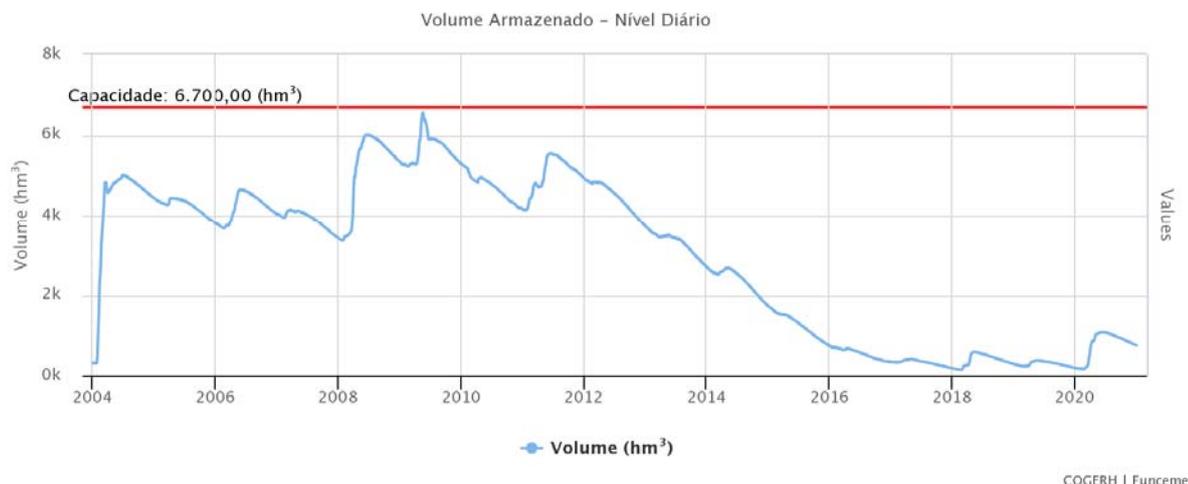
Mortandades de peixes podem decorrer de fatores naturais ou antrópicas que levam as alterações na qualidade da água, esses eventos podem ser resultantes de um fator específico, ou do desencadeamento de vários fatores interligados, tais como: variações bruscas de temperatura, florações de algas tóxicas (cianobactérias), decomposição de matéria orgânica, dentre outros. Fatores antrópicos, como erosões, lançamentos de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas, aquicultura intensiva e acidentes com substâncias químicas podem acentuar esse problema, quando não são os reais responsáveis pelas mortandades.

### **1.2 - SITUAÇÃO HÍDRICA ATUAL DO AÇUDE CASTANHÃO**

No dia da análise o açude Castanhão encontrava-se com 779 hm<sup>3</sup>, equivalente a 11,63 % da sua capacidade de armazenamento. Na Figura 1 está representado a evolução do volume armazenado, a diminuição do volume a partir de 2012 tornou-se fator preocupante não somente para a quantidade, mas também refletiu aspectos negativos também na qualidade de água. Nos últimos dois anos (2018 e 2019), a estação chuvosa trouxe consequências para o reservatório, principalmente, a intensificação da diminuição de oxigênio dissolvido, sendo esse parâmetro, relacionado direta ou indiretamente aos casos de mortandades ocorridos nos últimos dois anos.

Figura 1 - Evolução do volume armazenado no reservatório Castanhão

Reserv.: Castanhão – Capac.: 6.700,00 (hm<sup>3</sup>) – Vaz. Atual: 8.500,00 (L/s)

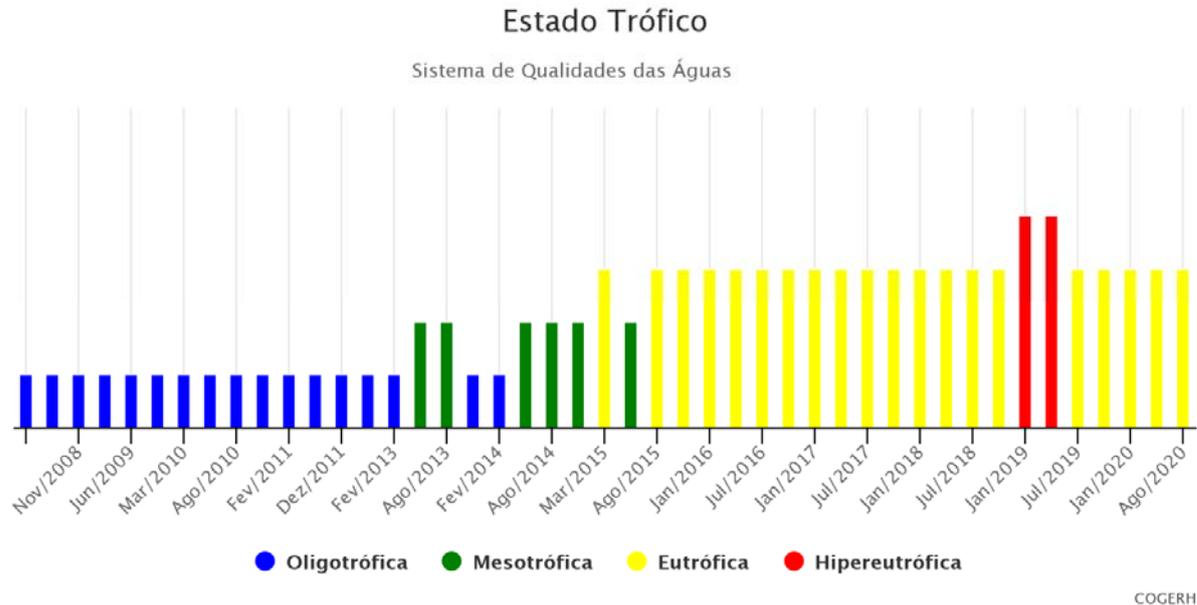


Fonte: Ceará (2020)

O elevado tempo de detenção hidráulico, e as elevadas taxas de evaporação são fatores responsáveis pela concentração dos nutrientes na bacia hidráulica do reservatório, favorecendo, conseqüentemente, a eutrofização desse corpo hídrico. Esse fenômeno pode levar a casos de mortandade de peixes, além disso, o uso de fertilizantes no entorno da bacia, instalações irregulares de esgotos, a atividade de aquicultura intensifica ainda mais essa condição.

Durante o período chuvoso, os sucessivos aportes também acarretam na diminuição na concentração de oxigênio, por permitir constante mistura das camadas de água do reservatório, sendo assim, a água na camada inferior, localizada no hipolímnio, tende a subir carreando os gases tóxicos presentes no fundo, como o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e o H<sub>2</sub>S. Na figura 2 está representado a classificação trófica do açude Castanhão (maio/2008 a maio/2020), percebeu-se que desde agosto de 2015, o açude Castanhão vem sendo classificado como eutrófico/hipereutrófico.

Figura 2 - Classificação trófica do açude Castanhão entre mai/2008 e ago/2020



Fonte: Ceará (2020). Barra azul: Oligotrófico; barra verde: mesotrófico, barra amarela: eutrófico, barra vermelha: hipereutrófico.

## 2 – METODOLOGIA

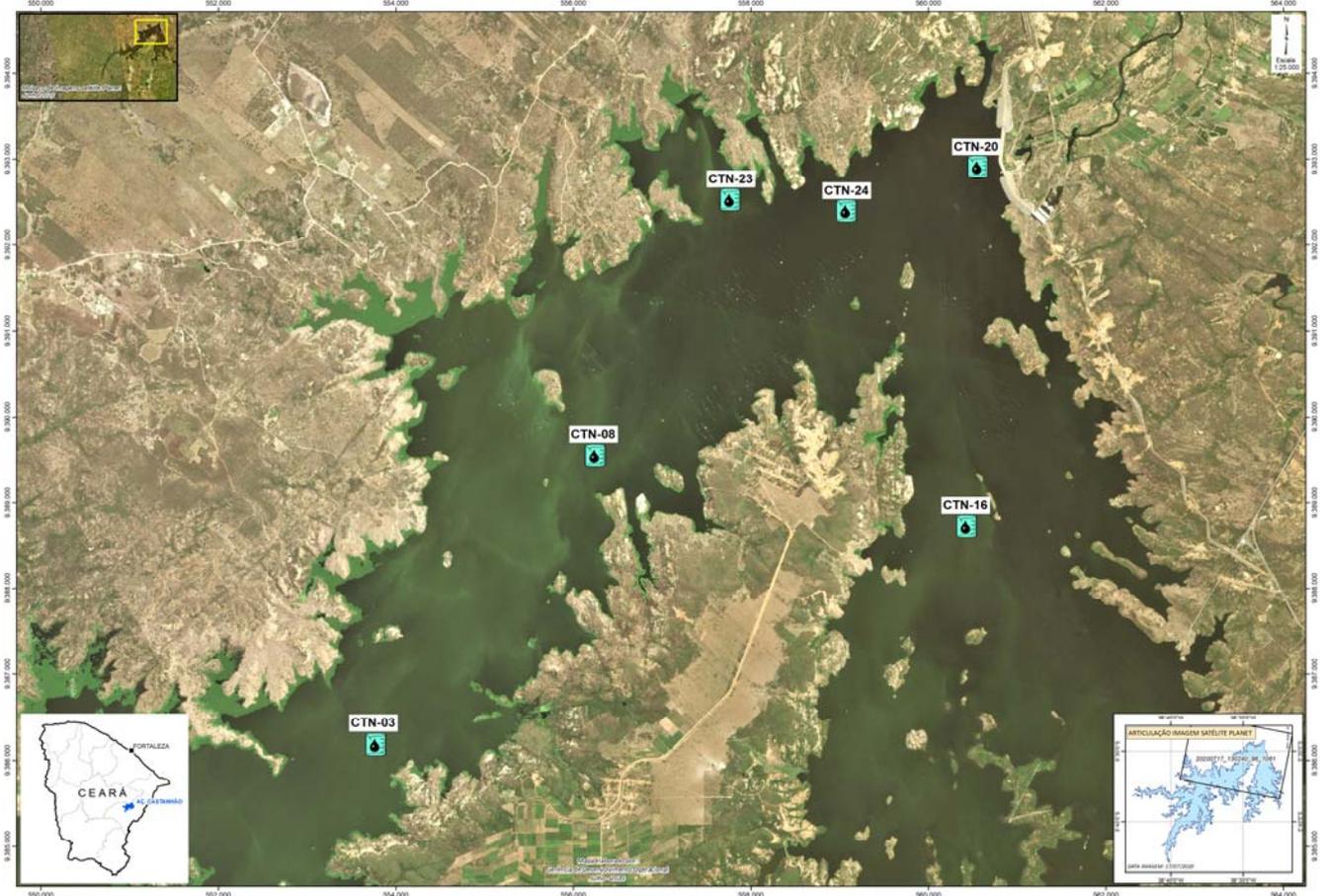
A Figura 03 apresenta os pontos onde são realizadas as perfilagens com sonda multiparamétrica. Para a distribuição espacial dos pontos considerou-se a proximidade com a barragem (CTN-20); a proximidade da área mais afetada em 2015/2016 por mortandades; pontos próximos a áreas com pisciculturas (CTN-24 e CTN-23), e áreas mais distantes no braço esquerdo (CTN-03 e CTN-08), e braço direito (CTN-16).

As análises de perfilagem foram realizadas primeiramente a 30 cm da superfície em todos os pontos, posteriormente a cada 0,5 m, até a profundidade máxima do açude, que para a metodologia adotada pela Cogerh fica acima 1 metro antes de tocar o fundo do reservatório. As análises são realizadas com uma sonda multiparamétrica YSI, modelo 6600 V2. Além disso, são analisadas algumas variáveis ambientais como a temperatura do ar, velocidade do vento e a profundidade de Secchi.

As análises da comunidade fitoplânctônica foram realizadas pelo laboratório Canáguas (Goiânia), utilizando uma câmara de Utermohl para sedimentação, e um microscópio

ótico invertido ZEISS AXIO vert.A1. As análises físico-químicos (Nitrogênio total, Nitrogênio amoniacal e fósforo total) foram realizadas no laboratório da Cagece.

Figura 3- Localização dos pontos monitorados no açude Castanhão



Fonte: Ceará/Satélites Planet (imagem junho/2020).

Normalmente em todos os meses do ano são realizadas visitas ao açude, com a realização de perfisagens “*in situ*”, empregando sondas da marca YSI, quando são analisados os parâmetros temperatura (°C), oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, salinidade, sólidos dissolvidos totais e pH. Intercaladamente, a cada 3 meses são realizadas a coleta de amostras de água para análise em laboratório, nessas últimas, são analisados parâmetros como: nitrogênio total, fósforo total, ortofosfato, clorofila “a”, feofitina, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, demanda química por oxigênio (DQO), demanda bioquímica por oxigênio (DBO) e *Escherichia coli*.

As faixas de oxigênio para a gradação do nível de oxigênio em crítico (0-1,5 mg/L), preocupante (1,5-4 mg/L), e confortável (acima de 4 mg/L) foram propostas por Boyd & Tucker (1998), para a construção do gráfico de perfilagem anual de oxigênio foi utilizado o software “*Surfer*”, versão 12, utilizando o método de regressão geoestatística “*Kriging*” para aproximar e interpolar dados de oxigênio obtidos através das campanhas mensais de perfilagem.

### **3 - RESULTADOS**

Em relação à campanha anterior (novembro), foram observadas menores concentrações de oxigênio nas camadas inferiores do açude, principalmente, nos pontos CTN-20, CTN-08, CTN-23 e CTN-24. Porém, nos pontos CTN-03 e CTN-16, pontos mais rasos, os déficits entre o oxigênio superficial e do fundo foram menores (Tabela 1). Em geral, as profundidades de Secchi apresentaram-se elevadas, bem como foram evidenciadas elevadas velocidades dos ventos, o que favorece maiores dispersões, e solubilizações do oxigênio para a massa d’ água mais profundo.

Tabela 1- Resumo dos resultados da perfilagem nos seis pontos no açude Castanhão

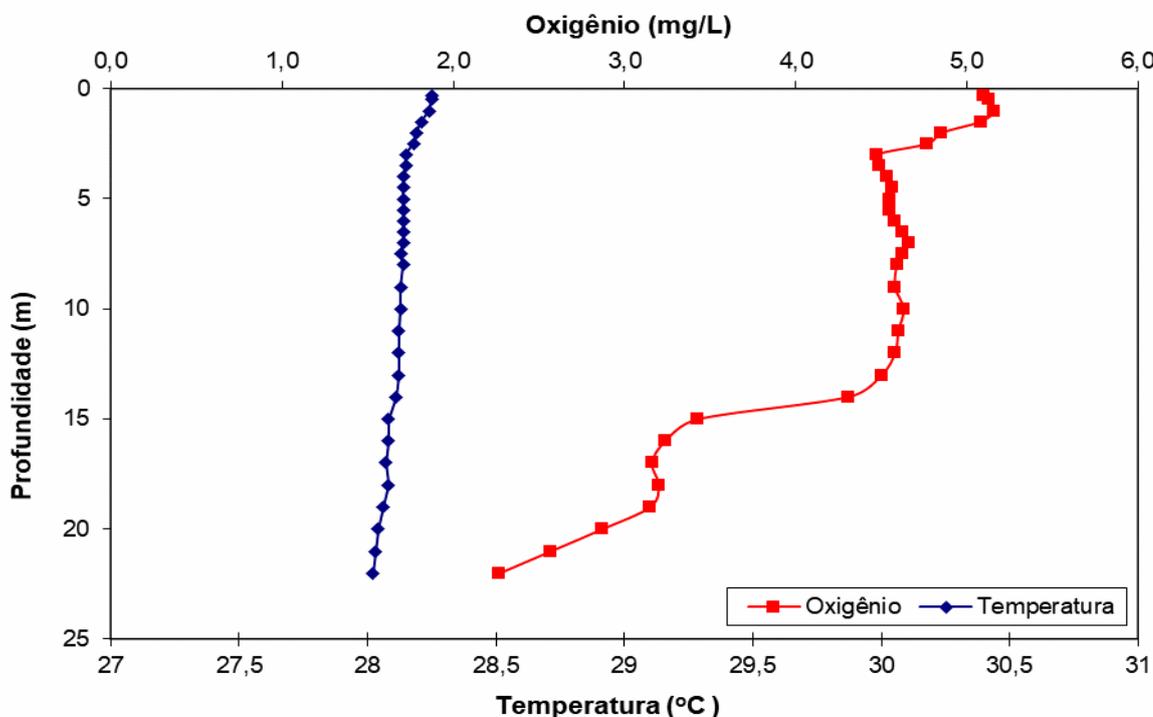
Horário <sup>1</sup>	Prof. Máx. (m)	O <sub>2</sub> médio (mg/L)	PMO <sup>2</sup> (m)	Amplitude	Temp.	Vel. do	Temp. do	Profun.	Fósforo	Nitrogênio	Nitrogênio total (mg/L)	
				Oxigênio (mg/L)	média °C	vento (m/s)	ar (°C)	Secchi (m)	Total (mg/L)	amoniacoal (mg/L)		
CTN-20	08:46	22,01	4,24	14	5,10– 2,27	28,13	5,1	29,9	2,19	**	**	**
CTN-16	9:40	9,74	6,36	8,01	7,78 – 3,57	28,4	4,2	32	1,4	**	**	**
CTN-24	10:22	24,01	4,75	12,01	7,80 – 1,60	28,3	4,4	32,7	1,50	**	**	**
CTN-23	11:13	18,01	4,85	12	6,70 – 1,65	28,4	2,4	34,7	1,50	**	**	**
CTN-08	11:58	20,5	5,62	15	9,06 – 0,20	28,59	3,2	36,1	1,3	**	**	**
CTN-03	12:44	13,01	6,44	14,01	8,96 – 5,57	28,84	2,8	36,6	1,20	**	**	**

<sup>1</sup> Horário de realização da perfilagem / <sup>2</sup> Profundidade Máxima Ótima – abaixo dessa profundidade o oxigênio está impróprio para o cultivo de peixe, segundo Boyd e Tucker (1998) / \* não foram observados resultados ótimos de oxigênio em nenhuma profundidade/ \*\* parâmetro não realizado neste ponto.

### 3.1 - PONTO CTN-20

Na figura 4 está representado o resultado da perfilagem realizada no ponto CTN-20, observa-se que a concentração de oxigênio neste ponto apresentou variações maiores que as observadas em novembro, entre a superfície e o fundo, variando de 5,10 a 2,27 mg/L, o histórico desse ponto apresenta concentrações menores de oxigênio se comparado aos demais pontos. Na campanha de outubro de 2020, observaram-se concentrações de fósforo total acima do estabelecido pela portaria (0,079mg/L), o que pode favorecer ainda mais o aumento da eutrofização, e conseqüentemente, o aumento da concentração de matéria orgânica acumulada. Segundo Esteves (2011) a concentração de oxigênio na água aumenta com a diminuição da temperatura, portanto, as águas frias retêm mais oxigênio que as águas mais quentes, em geral as temperaturas estão menores se comparadas ao primeiro semestre de 2020, com praticamente nenhuma alteração entre a superfície e o fundo.

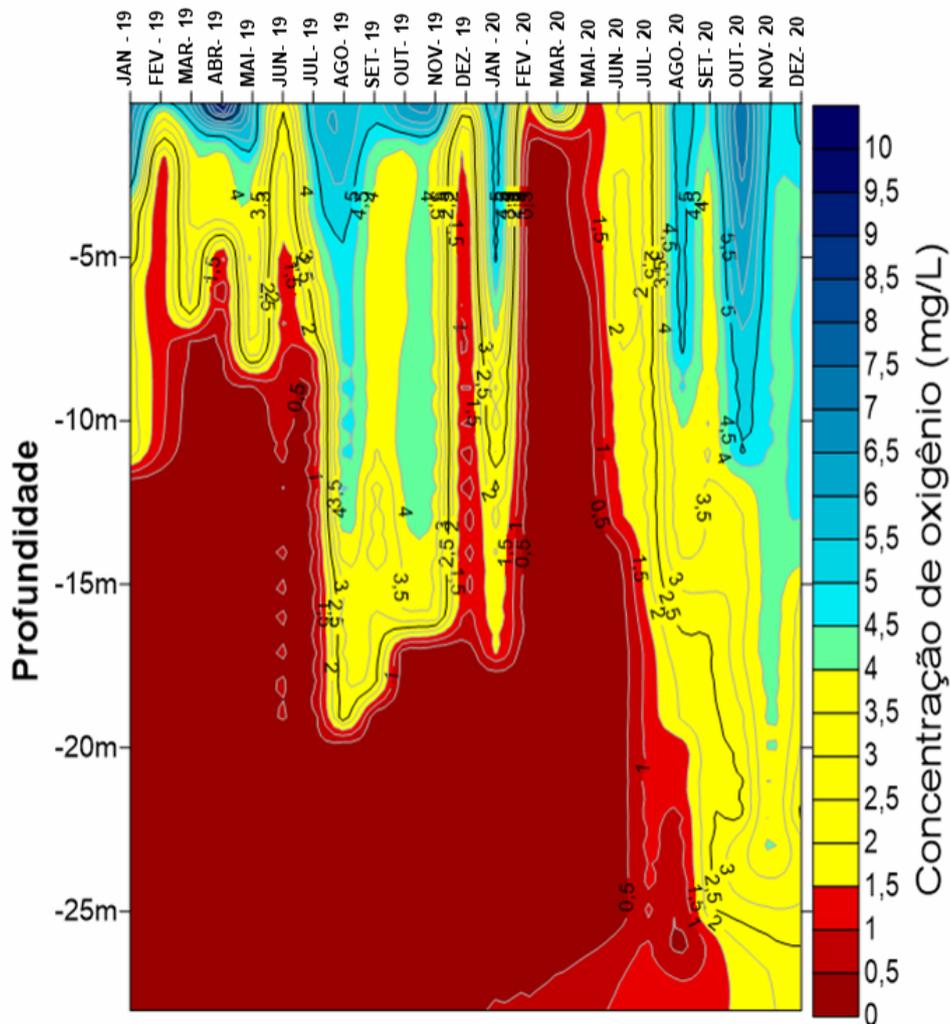
Figura 4 - Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-20, em 15/12/2020.



Fonte: Ceará (2020)

Na Figura 5 observa-se duas características distintas para esse ponto: durante o período chuvoso de 2019 e 2020 (janeiro a junho) o açude apresentou baixas concentrações de oxigênio dissolvido, apresentando nesses períodos quatro casos de mortandade (3 em 2019, e 1 em 2020). No entanto, durante o período seco (julho a dezembro) percebeu-se maiores concentrações de oxigênio próximo ao fundo, isso se deve, em parte, a estabilidade climática, os fortes ventos, e as menores temperaturas da água, características que favorecem o aumento da solubilidade do oxigênio, e conseqüentemente a maior oxigenação em toda a coluna d'água, essa característica está bem melhor evidenciada no mês de novembro de 2020. Porém, em dezembro percebe-se uma tendência a diminuição do oxigênio.

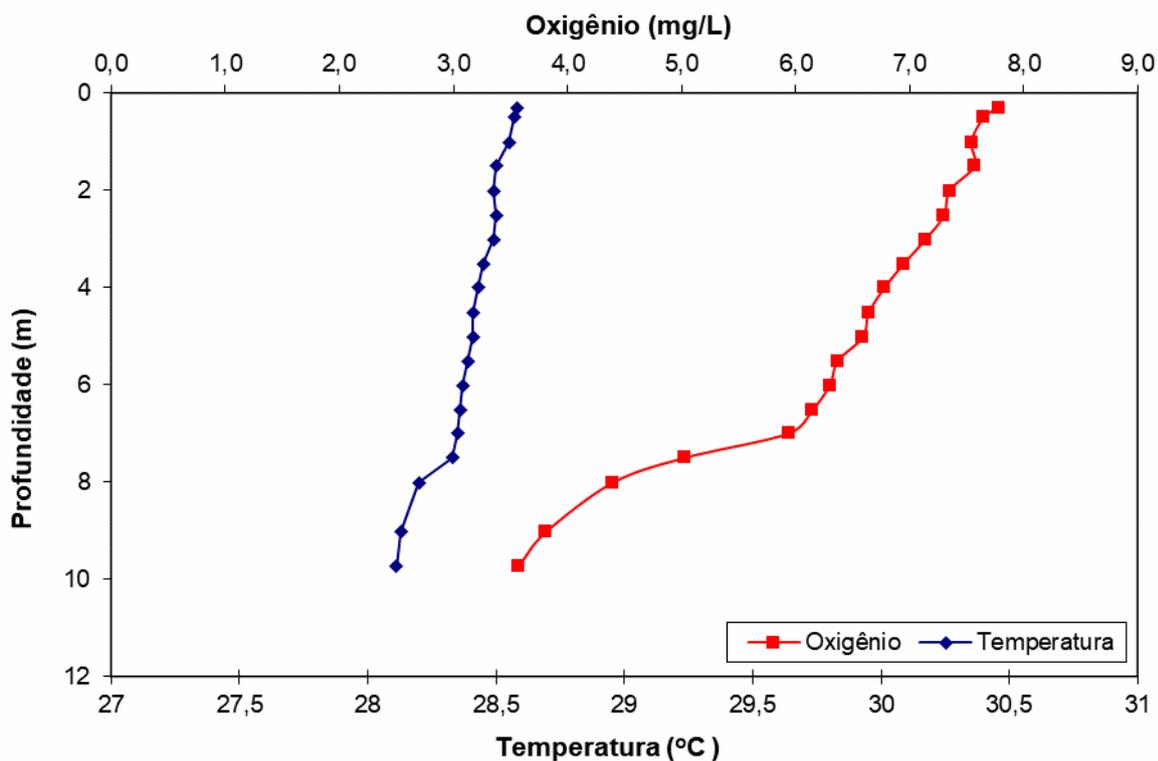
Figura 5 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-20 entre janeiro/2019 a dezembro 2020



### 3.2 - Ponto CTN-16

O ponto CTN-16 apresentou boas concentrações de oxigênio até 8,01 m de profundidade ( $> 4\text{mg/L}$  de oxigênio), esse fenômeno pode também ser o resultado da maior estabilidade climática durante o período seco, e as menores temperaturas em toda a coluna d'água que favorecem a solubilização do oxigênio (Figura 6). Neste ponto o oxigênio variou de 7,78 a 3,57 mg/L da superfície ao fundo, apresentando uma média no perfil da coluna d'água de 6,36 mg/L. Além disso, ressalta-se que esse ponto é mais raso, apresentando assim uma maior penetração de luz na coluna d'água, com isso favorecendo ainda mais a fotossíntese pelo fitoplâncton.

Figura 6- Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-16, em 15/12/2020

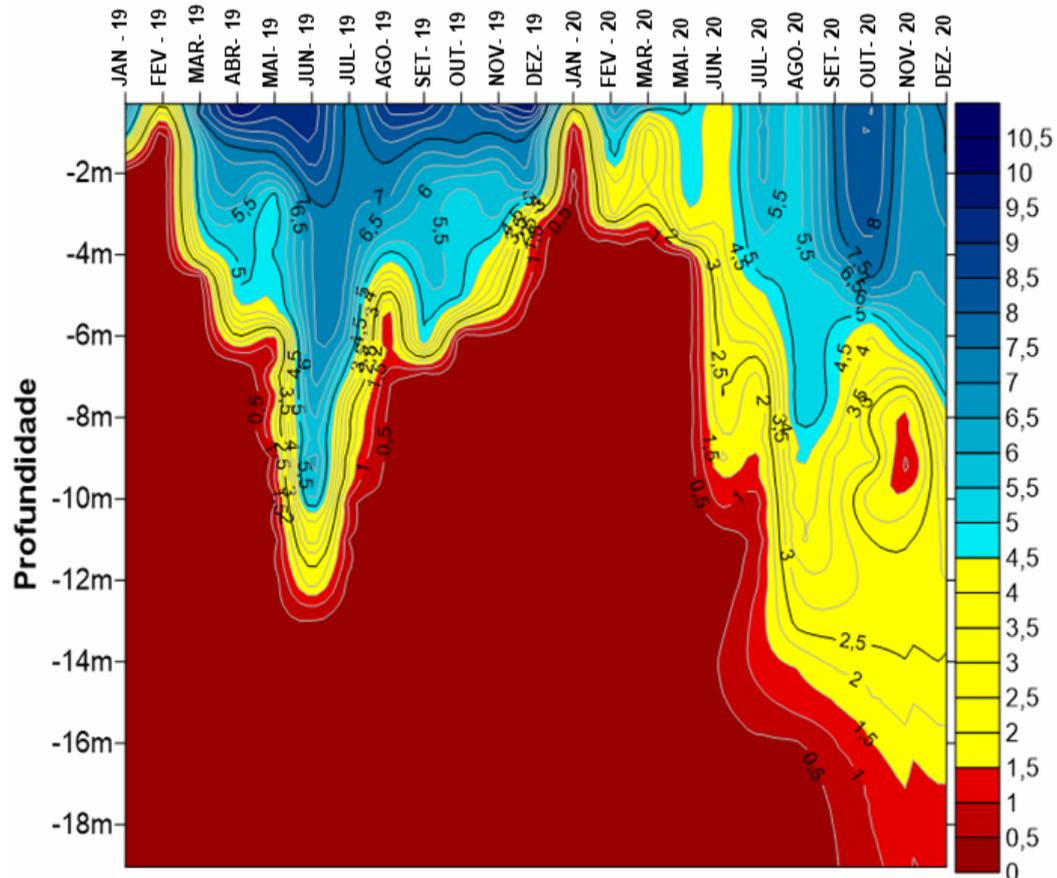


Fonte: Ceará (2020)

A Figura 7 mostra o comportamento sazonal do ponto CTN-16, períodos chuvosos instáveis, e com concentrações baixas de oxigênio, e períodos secos com maiores concentrações de oxigênio até camadas mais profundas. No segundo semestre de 2020

percebeu-se uma maior oxigenação na coluna d'água (Figura 7). Percebeu-se um aumento da concentração de oxigênio para camadas mais profundas do reservatório nesse ponto.

Figura 7 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-16 entre janeiro/2019 a dezembro 2020



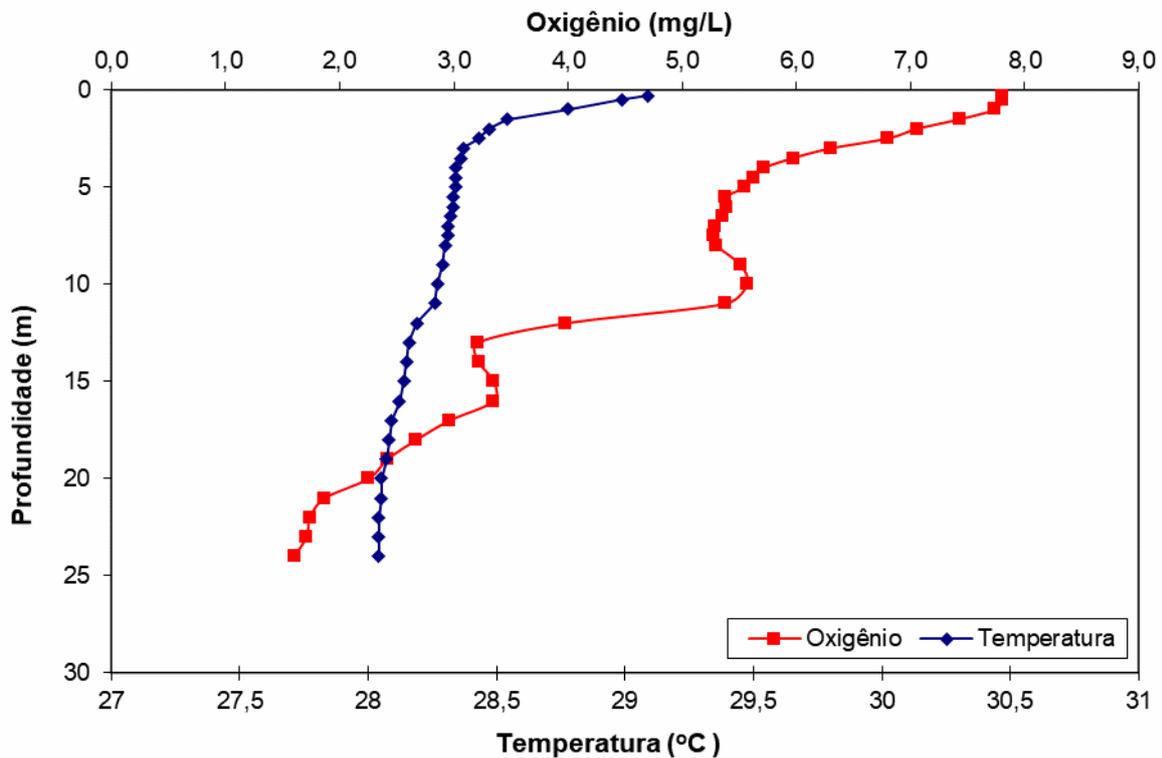
Fonte: Ceará/Surfer (2020)

### 3.3 - Ponto CTN-24

O ponto CTN-24 encontra-se localizado em uma região com elevada concentração de tanques-rede, a profundidade máxima nesse ponto foi 24 m, as concentrações de oxigênio foram elevadas até 12 m de profundidade, e as temperaturas foram em média 28,3 °C. Neste ponto o oxigênio variou de 7,80 a 1,60 mg/L da superfície ao fundo, apresentando uma média no perfil da coluna d'água de 4,75 mg/L. Ressalta-se para a elevada velocidade do vento nesse ponto na hora da análise (4,4 m/s), bem como a elevada profundidade de Secchi (1,5 m), o que facilita a penetração da luz, e maior dispersão do oxigênio para camadas mais profundas,

porém percebe-se que abaixo de 12 m de profundidade há uma diminuição do oxigênio dissolvido, mostrando um aumento da camada com baixo oxigênio, em comparação ao mês de novembro.

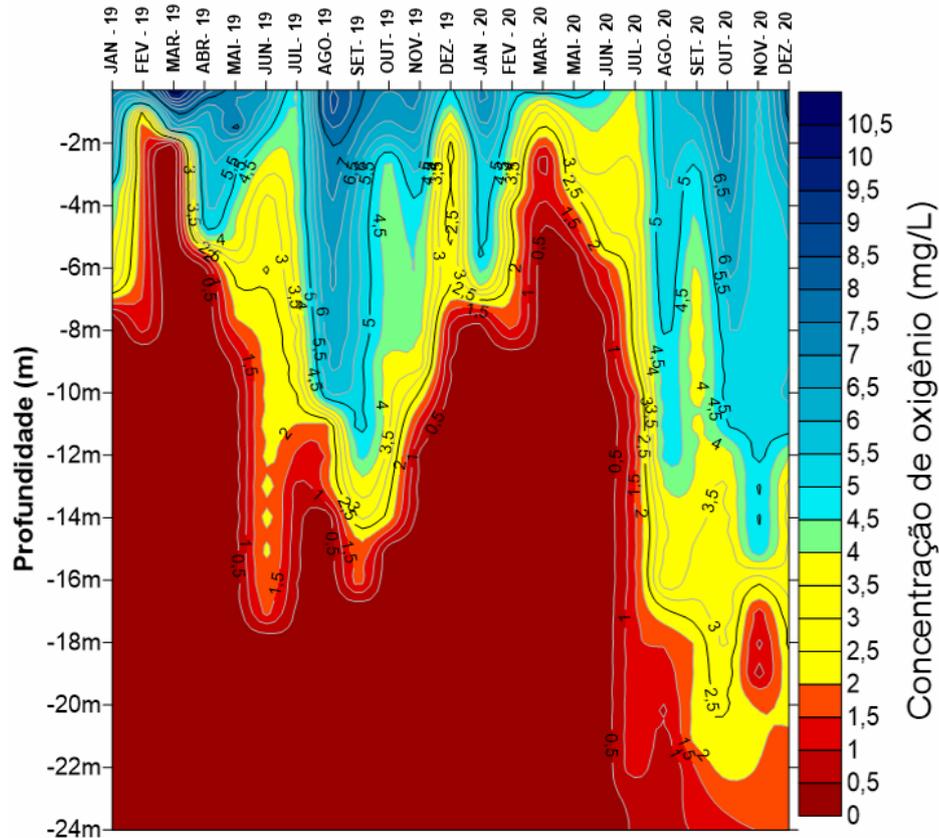
Figura 8 - Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-24, em 15/12/2020



Fonte: Ceará (2020)

A Figura 9 mostrou uma tendência à diminuição da oxigenação durante o período chuvoso em 2020, a análise dos anos de 2019, e início de 2020, mostraram que as maiores oxigenações foram evidenciadas no período seco, à medida que se aproxima da estação chuvosa, há uma tendência a diminuição do oxigênio dissolvido em toda a coluna d'água. Aporte de matéria orgânica, chuvas, altas temperaturas e fortes estratificações estão entre as possíveis causas da depleção de oxigênio. Mais uma vez, a tendência a maiores oxigenações no segundo semestre se repete.

Figura 9 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-24 entre janeiro/2019 a dezembro 2020

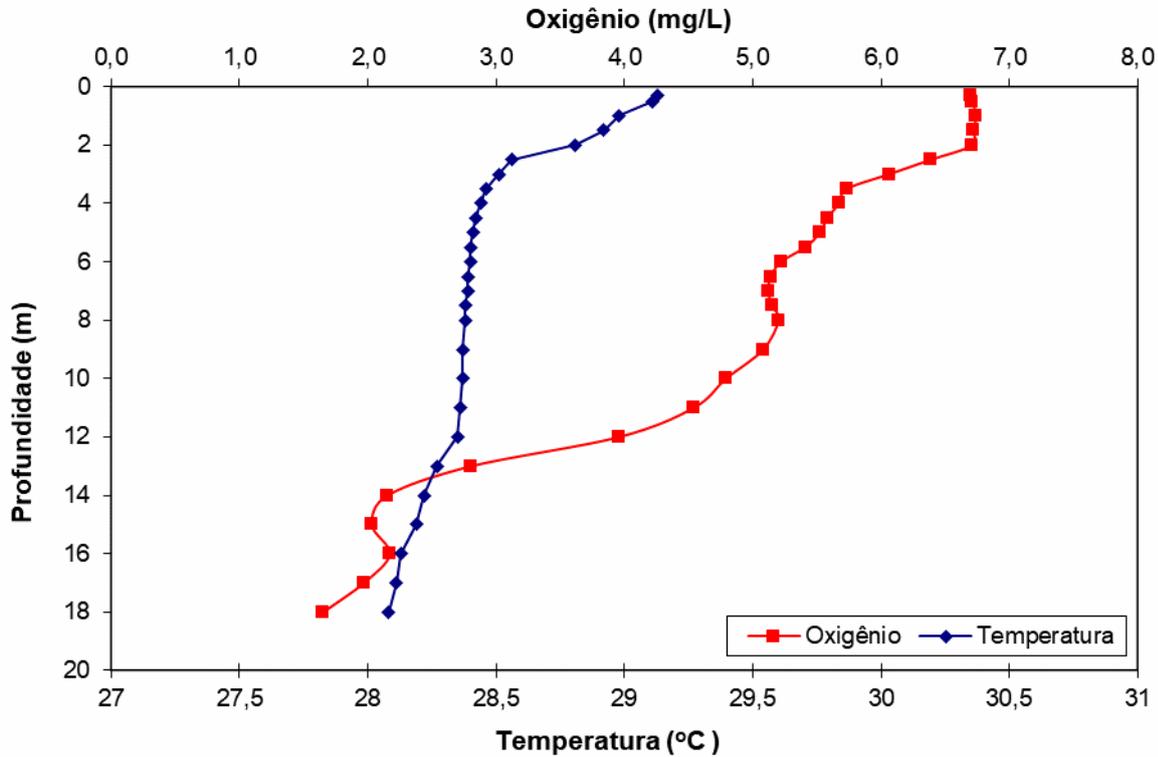


Fonte: Ceará/Surfer (2020)

### 3.4 - Ponto CTN-23

O ponto CTN-23 apresentou elevadas concentrações de oxigênio dissolvido em até 12 metros de profundidade, esse fenômeno pode ser consequência dos ventos mais fortes (2,4 m/s) que promovem uma oxigenação mais intensa em toda a coluna d'água. Além disso, esse ponto é mais raso que os demais, facilitando assim, a dispersão do oxigênio, a profundidade de Secchi foi considerada elevada (1,50 m), o que também facilita a penetração de luz na camada d'água. Na figura 10, percebe-se uma diminuição gradativa a partir dos 12 metros, percebe-se que o oxigênio variou de 6,70 a 1,60 mg/L.

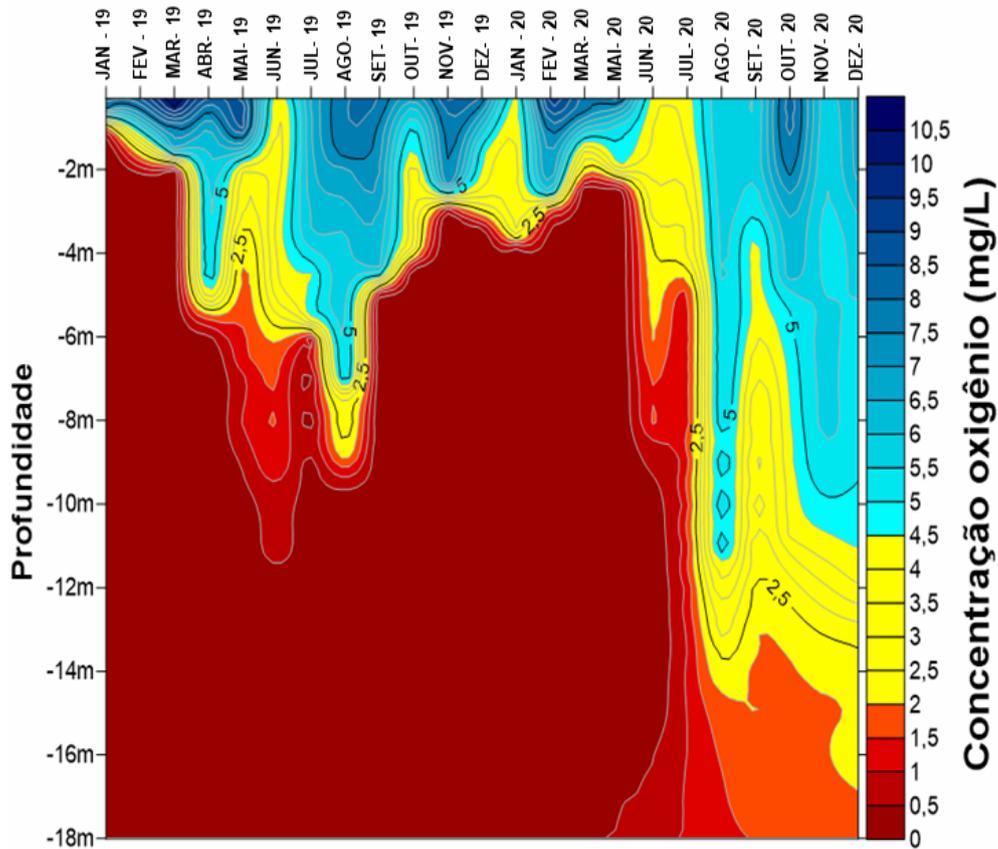
Figura 10 - Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-23, em 15/12/2020



Fonte: Ceará/Surfer (2020)

Na Figura 11, o primeiro semestre apresenta-se com instabilidade na produção de oxigênio, devido ao período de chuvas, sendo observado esse padrão em 2019 e 2020, importante mencionar que em 2019 esse ponto apresentou-se mais raso, e conseqüentemente com maiores oxigenações devido à presença intensa do fitoplâncton, e influência dos ventos, a velocidade do vento mais elevada, aparentemente favoreceu a maior dispersão de oxigênio para camadas mais profundas.

Figura 11 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-23 entre janeiro/2019 a dezembro 2020

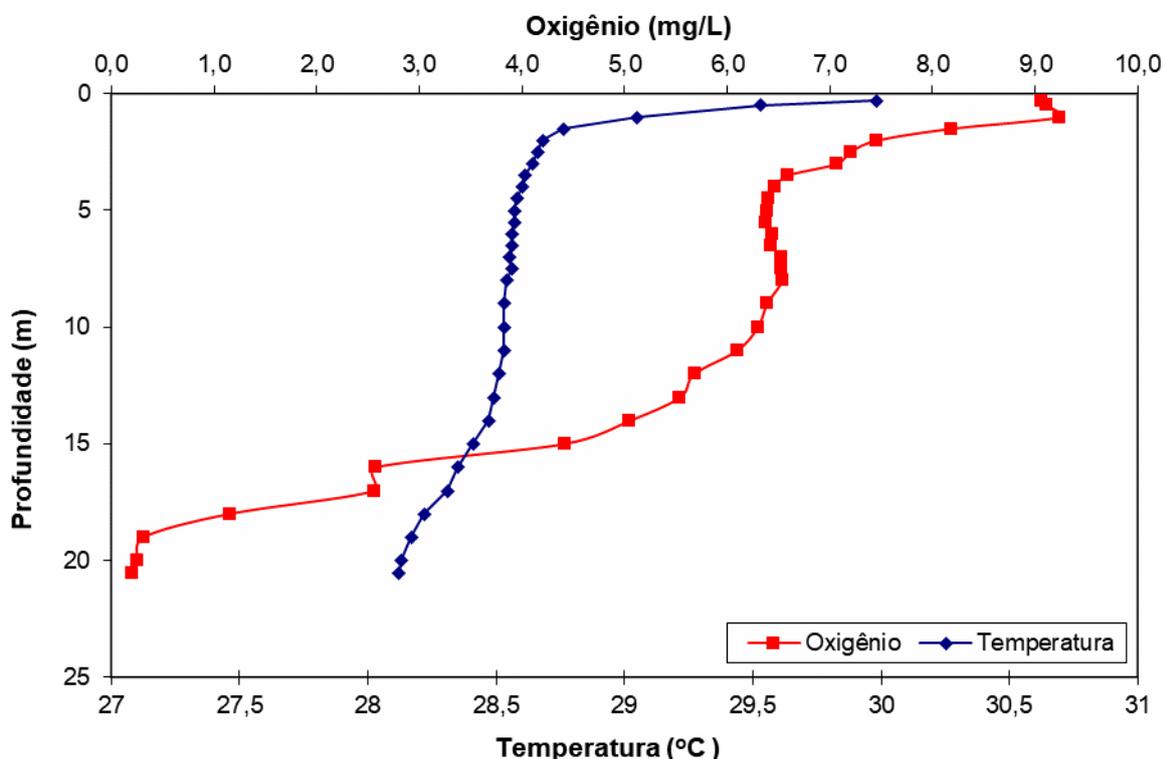


Fonte: Ceará/Surfer (2020)

### 3.5 - Ponto CTN-08

O ponto CTN-08 apresentou elevadas concentrações de oxigênio até 15 metros de profundidades, neste ponto o oxigênio variou de 9,06 a 0,20 mg/L da superfície ao fundo, apresentando uma média no perfil da coluna d'água de 5,62 mg/L de O<sub>2</sub> (Figura 12). Porém, próximo ao fundo observa-se uma diminuição da concentração de oxigênio, mais uma vez, alerta-se para a instabilidade na produção de oxigênio no perfil da coluna d'água, e a produção de gases tóxicos próximo ao fundo. Além disso, ressaltam-se também os elevados valores de pH na superfície, que constata a elevada atividade do fitoplâncton, elevados valores de pH podem criar um ambiente propício à formação de amônia tóxica, que pode causar mortalidade de peixes, principalmente no final da tarde.

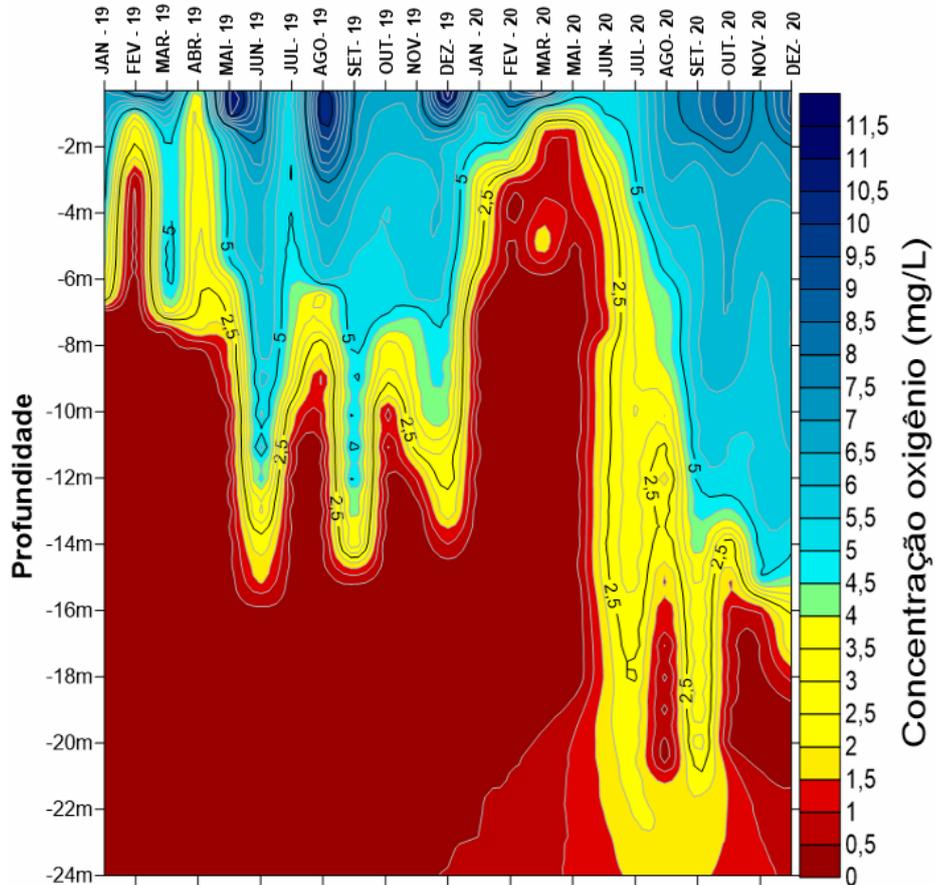
Figura 12 - Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-08, em 15/12/2020



Fonte: Cogerh (2020)

Observa-se que o comportamento anual do oxigênio nesse ponto apresentou as mesmas características dos demais pontos, em 2019 e 2020 (estações chuvosas), houve instabilidades quanto à produção de oxigênio (Figura 13), porém, durante os meses da estação seca observaram-se maiores concentrações de oxigênio. Como nesse ponto há também uma elevada concentração de tanques rede, alerta-se para o efeito dessas sazonalidades no desenvolvimento, e sobrevivência dos peixes cultivados.

Figura 13 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-08 entre janeiro/2019 a dezembro 2020

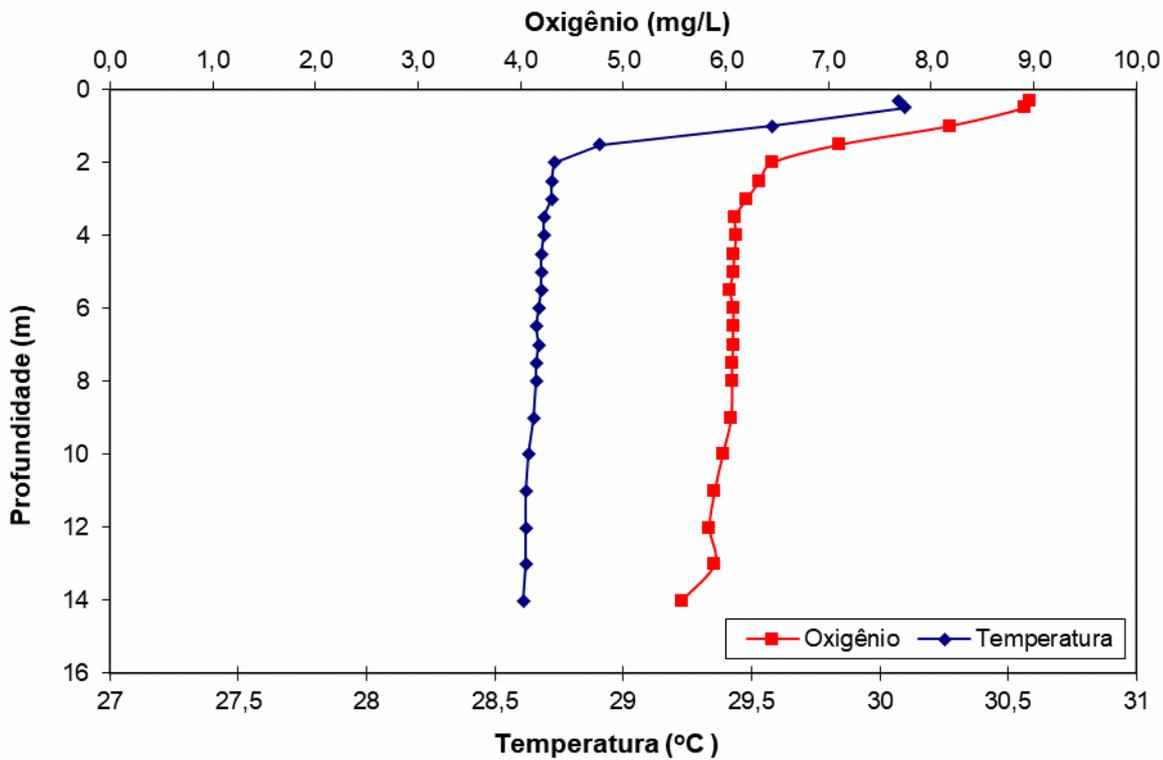


Fonte: Ceará/Surfer (2020)

### 3.6 - Ponto CTN-03

O ponto CTN-03 apresentou boas concentrações de oxigênio dissolvido em toda a coluna d'água, neste ponto o oxigênio variou de 8,96 a 5,57 mg/L da superfície ao fundo, apresentando uma média no perfil da coluna d'água de 6,44 mg/L de O<sub>2</sub> (Figura 14). Observaram-se maiores concentrações de oxigênio próximo à superfície, neste ponto, o que pode ser explicado pela maior velocidade do vento no momento da análise (2,8 m/s).

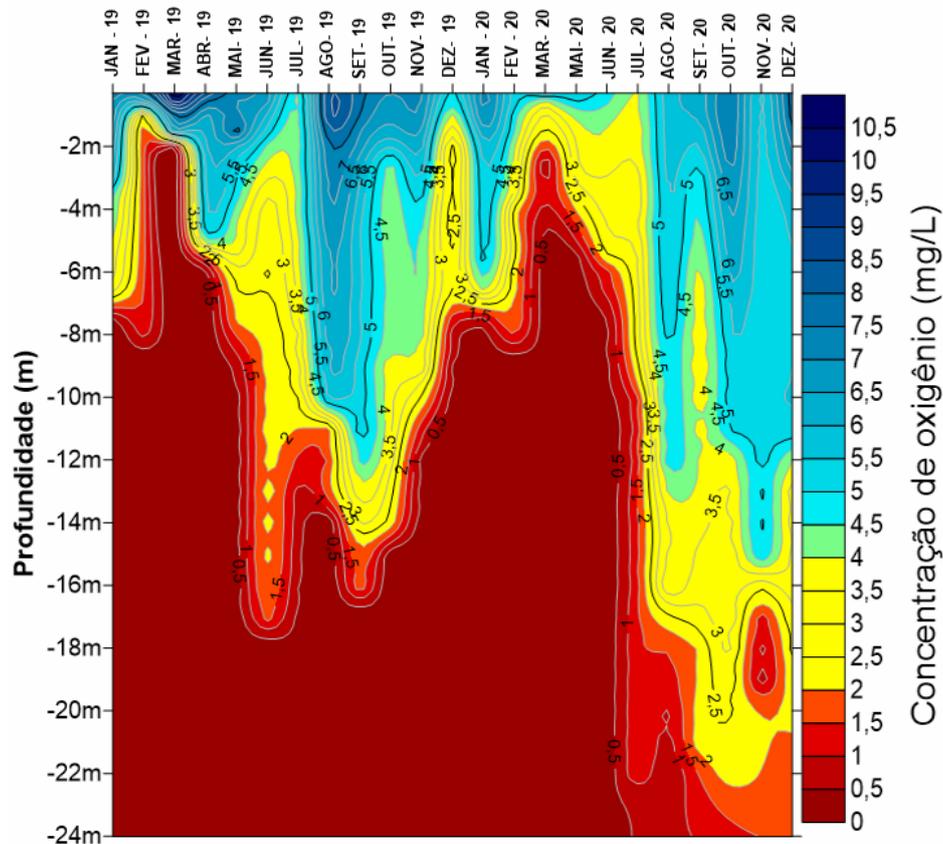
Figura 14 - Distribuição do oxigênio dissolvido no perfil vertical no ponto CTN-03, em 15/12/2020.



Fonte: Ceará (2020)

Na figura 15, percebe-se que o oxigênio dissolvido vai diminuindo à medida que se aproxima da estação chuvosa do ano, apesar da concentração de oxigênio variar em função de vários aspectos, essa tendência foi observada em todos os pontos analisados. Observa-se pelo gráfico, um nítido aumento da concentração de oxigênio no período seco de 2020, principalmente em novembro de 2020.

Figura 15 - Concentração de oxigênio dissolvido em função da profundidade no ponto CTN-03 entre janeiro/2019 a dezembro/2020



Fonte: Ceará/Surfer (2020)

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pontos analisados ainda apresentam boas concentrações de oxigênio, porém já se percebe uma diferenciação entre a superfície e fundo do reservatório na concentração de gás, indicando uma tendência a estratificações químicas mais intensas. Observa-se também que os valores de pH em alguns pontos foram elevados, o que pode levantar o risco de mortandade de peixes por intoxicação através de amônia ( $\text{NH}_3$ ). O aumento da oxigenação, evidenciado desde agosto, ainda permanece, porém, com menor intensidade.

Os pontos CTN-20, CTN-24, CTN-23 e CTN-08 apresentaram menores concentrações de oxigênio próximo ao fundo, se comparados a campanha de novembro. Os

demais pontos (CTN-16 e CTN-03) apresentaram concentrações de oxigênio semelhantes ao mês anterior, porém lembra-se também que são pontos mais rasos.

Ressalta-se que a oxigenação no perfil da coluna d'água é uma interação entre as camadas mais profundas, e as mais superficiais, e que durante os fenômenos de inversões térmicas os gases tóxicos produzidos no fundo do reservatório, resultantes da decomposição anaeróbia, podem elevar-se para a superfície, causando mortandades de peixes. Alerta-se também para a possível diminuição da concentração de oxigênio prevista no início do período chuvoso de 2021, é preciso que os produtores tenham cautela ao intensificar a produção de peixes, e se assim fizeram, façam o uso de aeradores mecânicos para suprirem à deficiência de oxigênio nesse período.

## **5 - BIBLIOGRAFIA**

BOYD, C. E; TUCKER, C. S. Pond Aquaculture Water Quality Management. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.700P. Water Quality in Warm Water Fish Ponds. Auburn: Auburn University, AL, EUA.1979. p.359.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3 ed.Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 2011.