



UNIVERSIDADE FEDERAL
DA GRANDE DOURADOS



ENGENHARIA
DE AQUICULTURA

Revisão de conteúdo: Temperatura e Transparência

Prof. Dacley H. Neu

Temperatura

A temperatura é um dos fatores mais importantes nos fenômenos biológicos existentes em um viveiro. Todas as atividades fisiológicas dos organismos aquáticos, tais como respiração, digestão, excreção, alimentação e movimentação, estão intimamente relacionadas com a temperatura da água.

Isso ocorre por um motivo bem simples, os peixes e camarões são animais ectotérmicos, ou seja, apresentam sua temperatura corporal semelhante à do meio em que vivem, e quando a água está fria, esses animais respondem de uma forma, quando a água está quente esses animais apresentam outra situação.

Quanto mais alta a temperatura, maior a atividade dos peixes e, logo, maior o consumo de oxigênio, como pode ser visto na tabela 1 e figura 2.

Tabela 1. Demanda de O₂ para tilápias em diferentes fases de peso e em diferentes temperaturas da água

Peso peixe (g)	Temperatura água (°C)	Demanda O ₂ (mg/kg)
5	25	13,51
5	26	14,05
5	27	14,59
5	28	15,13
5	29	15,67
5	30	16,21
50	25	6,32
50	26	6,57
50	27	6,82
50	28	7,08
50	29	7,33
50	30	7,58
500	25	2,95
500	26	3,07
500	27	3,19
500	28	3,31
500	29	3,43
500	30	3,55

Nota: peixes menores requerem maior quantidade de oxigênio dissolvido, pois apresentam uma taxa metabólica relativamente maior que os peixes maiores. Em outras palavras, quer dizer que nessa fase, eles estão em pleno desenvolvimento, ou seja, crescem mais rápido.

Existe uma faixa de conforto térmico adequada para os organismos aquáticos, a qual varia dependendo da espécie e do estágio de desenvolvimento em que se encontram (figura 1).

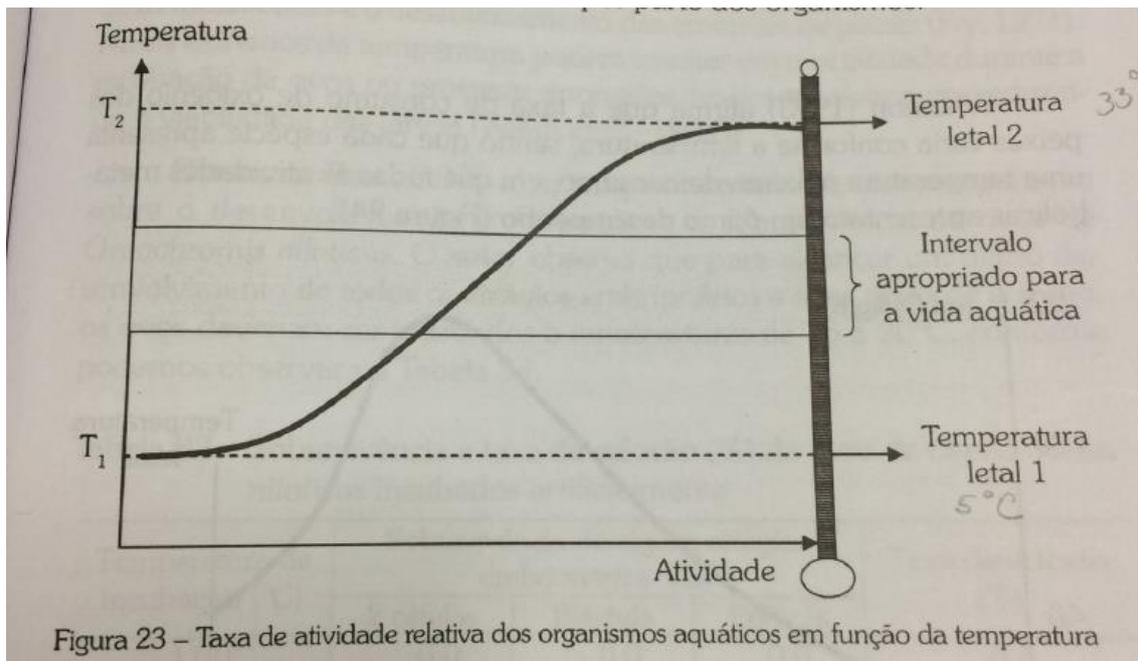


Figura 1. Taxa de atividade relativa dos organismos aquáticos em função da temperatura. Fonte: Arana 2004.

Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura

Tabela 32 – Consumo de oxigênio (mg/kg/hora) de 100g de truta (*Salmo gairdneri*) em função da temperatura e atividade do organismo

Temperatura da água (°C)	5	10	15	20	25
Metabolismo reduzido	20	22	72	90	138
Condições naturais	100	180	250	280	-
Metabolismo ativo	-	-	472	360	-
Natação forçada	-	480	580	544	478

Fonte: Kepenyes e Várad, 1984

Figura 2. Consumo de oxigênio de trutas em diferentes temperaturas.

Explicando a figura: temperatura acima ou abaixo dessa faixa (intervalo apropriado) inibem o apetite e crescimento, além de favorecer a incidência de doenças.

Para espécies de clima tropical, a faixa favorável à prática de aquicultura varia de 25 a 30 °C, sendo que o ótimo para a maioria delas varia entre 26 e 29. Entretanto, alguns animais podem manter-se vivos em temperaturas que variam entre 15 e 32 °C, apenas sofrendo algum tipo de estresse e tendo que realizar algum tipo de ajuste corporal (como visto em animais aquáticos cultiváveis – ajustes pelo frio e calor).

Além do metabolismo, a temperatura influencia outros parâmetros de qualidade de água (oxigênio dissolvido, por exemplo) e também o desenvolvimento de microrganismos, sendo importante seu constante monitoramento.

O monitoramento da temperatura é realizado com um termômetro, e este é colocado na coluna d'água do viveiro/tanque e nunca na superfície, pois nesse local poderá haver maior variação da temperatura em função da incidência do sol (aumentando a temperatura) ou perda de calor no período noturno (redução da temperatura) (Figura 3).

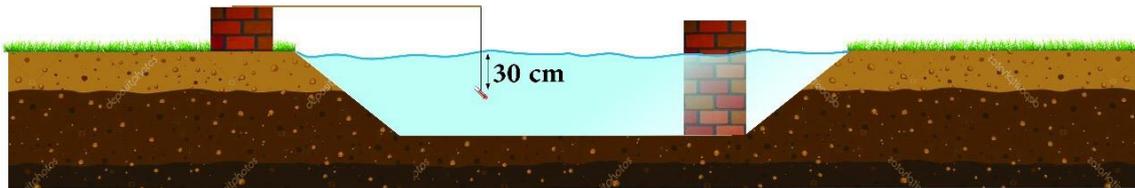


Figura 3. Local indicado para monitoramento da temperatura da água. Fonte: José Alves Favela.

Se houver num viveiro, diferentes temperaturas de acordo com as camadas de água (profundidade), e o vento não for capaz de misturar essas camadas, pode ocorrer um fenômeno conhecido como estratificação térmica.

Geralmente a estratificação térmica ocorre em lagos e viveiros/tanques com profundidade superior a 1,5 m.

A condição ideal para uma criação seria a circulação total da massa d'água para evitar que não houvesse a estratificação por entre as camadas (Figura 4 e 5), ou seja, não houvesse a formação de uma termoclina.



Figura 4. Situação ideal para criação de organismos aquáticos. Mistura das camadas de água para não ocorrer estratificação térmica.

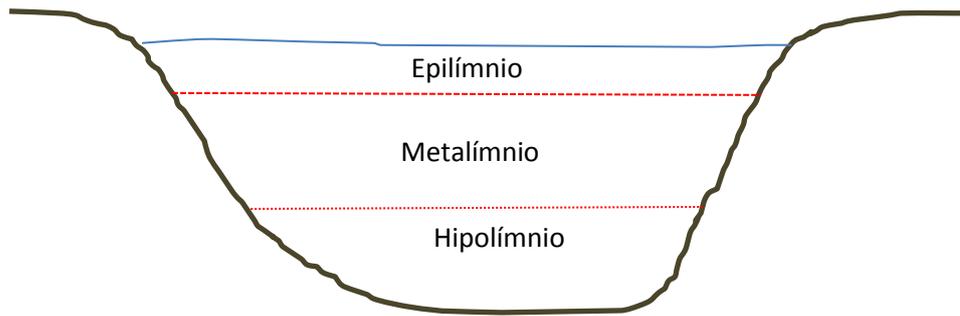


Figura 5. Diferentes camadas (estratos) que pode haver em um corpo d'água.

A camada superior (epilímnio), por ser mais aquecida, torna-se menos densa.

A camada inferior (hipolímnio) é mais fria, e por esse motivo é mais densa.

Entre essas duas camadas, superior e inferior, há um estrato chamado metalímnio.

Em corpos d'água onde há estratificação térmica (diferença nas temperaturas), quando ocorre uma sequência de dias quentes, seguido por dias frios, a camada de cima (epilímnio) fica com a temperatura inferior (troca de calor mais rápido) à de baixo e, conseqüentemente, mais densa.

Isso faz com que a água do epilímnio desça e a inferior suba (inversão térmica). Essa movimentação de água pode fazer com que as substâncias químicas que estão mais concentradas no fundo do lago/viveiro, subam para a superfície.

Uma vez que essas substâncias químicas do fundo podem conter amônia, gás sulfídrico e metano, essa circulação das camadas de água pode afetar negativamente o desenvolvimento dos animais (Figuras 6 e 7).

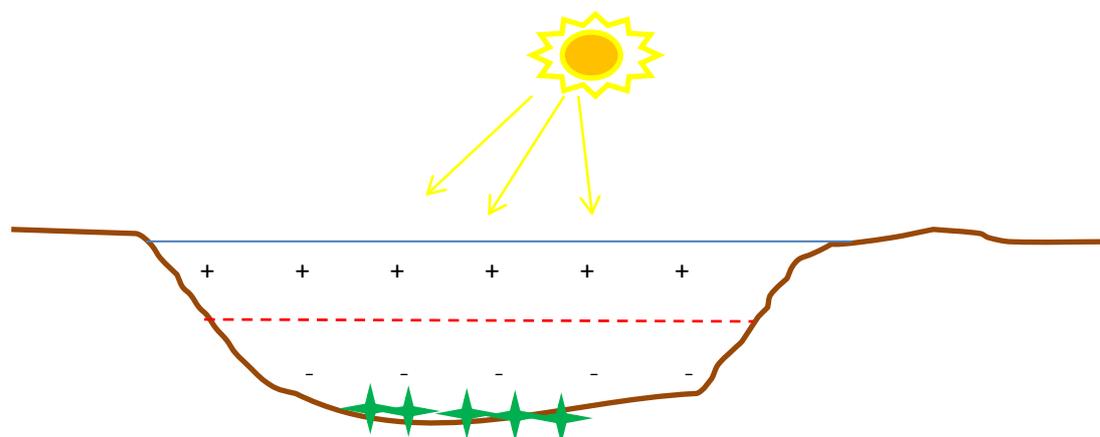


Figura 6. Sequência de dias quentes mostrando a camada d'água superior aquecida.

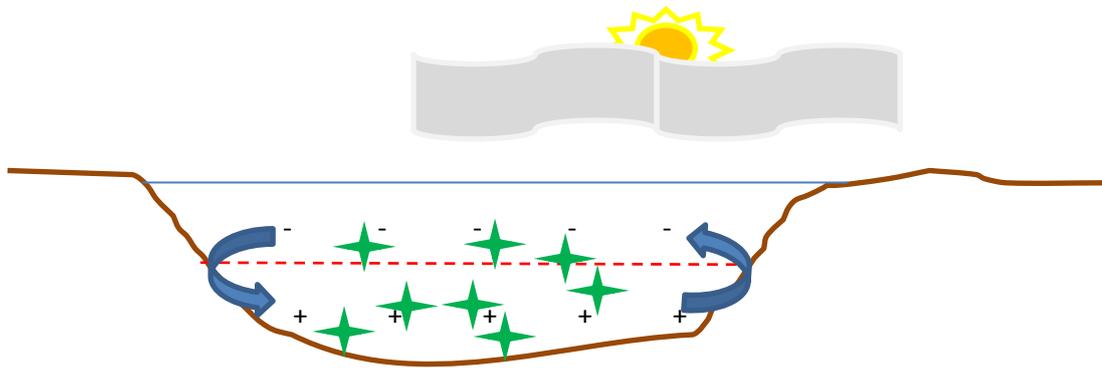


Figura 7. Sequência de dias frios, mostrando a camada inferior sendo trocada com a superior e espalhando os compostos químicos na coluna d'água, fator que pode provocar a mortandade de peixes.

Quando ocorrer a estratificação térmica, a curva de alteração de temperatura é denominada termoclina (Figura 8).

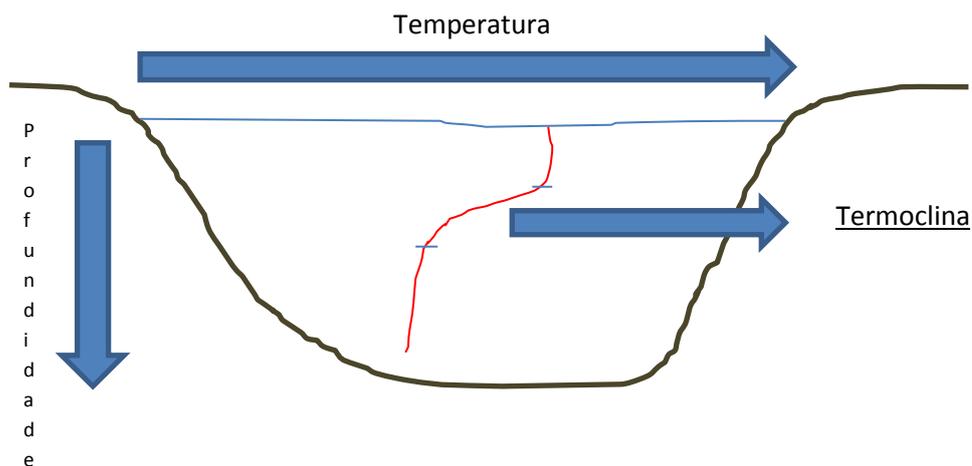


Figura 8. Demonstração hipotética de uma termoclina em um lago.

A temperatura também influencia o desenvolvimento de ovos e larvas de peixes. Geralmente, baixas temperaturas retardam o desenvolvimento e as altas o aceleram (Figura 9 e 10). Dentro dos níveis de tolerância, a temperatura controla as taxas metabólicas e o desenvolvimento dos embriões de peixes. Níveis extremos de temperatura podem resultar em mortalidade durante a incubação de ovos ou provocar anomalias no desenvolvimento, reduzindo a viabilidade das larvas.

Temperatura de incubação (°C)	Sobrevivência de alguns estágios embrionários (%)			Taxa de eclosão (%)
	2 células	Blástula	Epíbola	
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,0	100,0	45,0	30,0	25,5
24,0	100,0	100,0	95,0	84,0
28,0	100,0	100,0	95,0	94,5
30,0	100,0	100,0	80,0	90,0
34,5	100,0	100,0	65,0	48,5

Fonte: Rana, 1990a

Figura 9. Sobrevivência e taxa de eclosão (%) de ovos de *Oreochromis niloticus* incubados artificialmente.

Temperatura de incubação (°C)	Idade das larvas (dias após a eclosão)						
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21
17,0	-	8,4	8,6	-	-	-	-
20,0	6,5	14,2	16,8	-	-	-	-
24,0	10,8	15,3	17,6	9,9	8,1	0,94	-7,6
28,0	20,9	37,8	8,6	-8,6	-7,4	-	-
30,0	22,6	39,1	-6,1	-7,2	-	-	-

Fonte: Rana, 1990b

Figura 10. Influência da temperatura sobre a taxa de crescimento específico médio (%/dia) de larvas de *O. niloticus* nutridas exclusivamente pelas substâncias de reserva.

No caso de camarões marinhos, observar a temperatura de adaptação no momento de transferência das pós larvas de um ambiente a outro é fundamental, como sugere Mourão (2002) que demonstrou que a transferência de *Litopenaeus vannamei*, da larvicultura (interna) para o pré-berçário (externo), pode ser feito a partir de PL₄, desde que a temperatura da água esteja igual ou superior a 20°C (Figura 11).

Estágio	16°C		20°C		24°C		28°C	
	S	P	S	P	S	P	S	P
PL ₄	1,0 (1,2)a	-	72 (11,3)a	0,27 (0,01)b	83,5 (7,1)c	0,35 (0,01)e	72,5 (10,4)c	0,48 (0,01)g
PL ₆	10,5 (11)a	0,26 (0,02)a	65 (7,4)c	0,32 (0,01)c	90,5 (6,2)c	0,46 (0,01)f	84,0 (6,9)c	0,56 (0,01)h
PL ₈	41,5 (7,7)b	0,28 (0,03)a	76,5 (8,4)c	0,38 (0,01)d	87,0 (8,4)c	0,46 (0,01)f	84,5 (4,4)c	0,53 (0,01)h

S: sobrevivência (%). P: peso (g). Letras diferentes expressam diferenças significativas (P<0,05) tanto horizontalmente quanto verticalmente

Fonte: Mourão, 2002

Figura 11. Sobrevivência (\pm desvio padrão) e peso final (\pm desvio padrão) de pós-larvas de *L. vannamei* transferidas da larvicultura interna para o pré-berçário em três estágios diferentes e quatro temperaturas de adaptação.

Turbidez

É o grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre quando atravessa a água (perda da força), devido à presença de sólidos suspensos (silte, argila, sílica e colóides), matéria orgânica, algas e organismos microscópicos.

Uma água turva indica baixa passagem de água (redução da transparência), mas não necessariamente indica eutrofização da água, pois como já dito a água pode estar “barrenta”, com matéria em suspensão.

O aparelho indicado para medir a turbidez da água é o turbidímetro (figura 12), e é muito fácil de fazer a mensuração, coleta um pouco de água coloca em uma cubeta apropriada e depois no aparelho, o mesmo enviará ondas e fornecerá o resultado em NTU.



Figura 12. Turbidímetro. Fonte Google imagens.

A turbidez pode ser reduzida aplicando gesso agrícola na dose de 250 a 500 g/m². O gesso não interfere fortemente no pH da água, mesmo assim, haverá pequenas variações que vocês terão que avaliar se compensa utilizar o produto no seu local.

Cor

A água de criação pode apresentar uma coloração cristalina até um verde mais escuro ou mesmo marrom.

A coloração marrom representa grandes quantidades de material em suspensão (no sistema de bioflocos também fica marrom, mas esse aspecto é causado pela comunidade bactéria, os flocos).

A coloração verde é representada pela presença de clorofila (fitoplâncton em alta quantidade).

A coloração cristalina, é indicada pela ausência ou baixa produtividade dos organismos fitoplânctônicos, isso ocorre também em locais onde naturalmente há alta concentração de íons cálcio e magnésio na água (Bonito – MS).

A cor da água está intimamente relacionada com a turbidez e a transparência.

Transparência

Mede a penetração de luz na água (Figura 13).

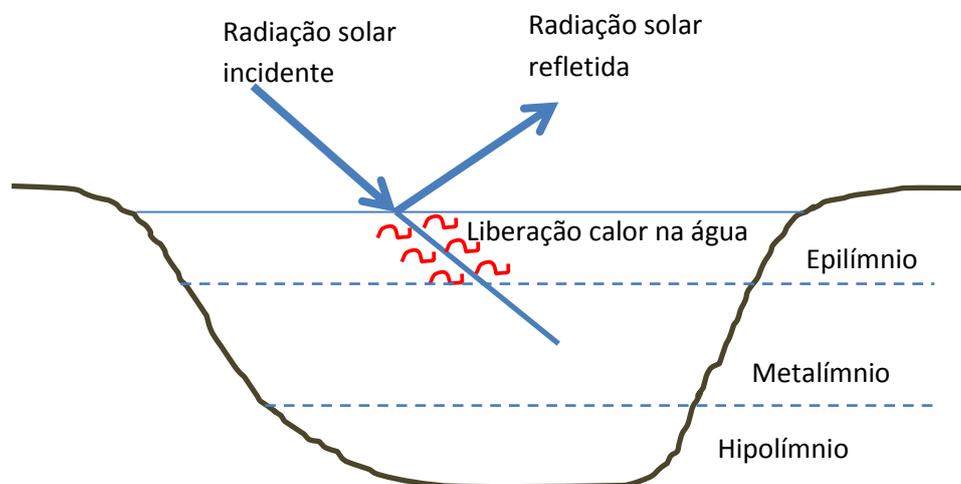


Figura 13. Desenho esquemático da incidência da luz em um corpo d'água hipotético, mostrando como os fenômenos de absorção e dispersão contribuem para a redução da intensidade ao mudar de meio.

Um instrumento chamado disco de Secchi é utilizado com frequência para aferir a transparência da água (Figura 14).

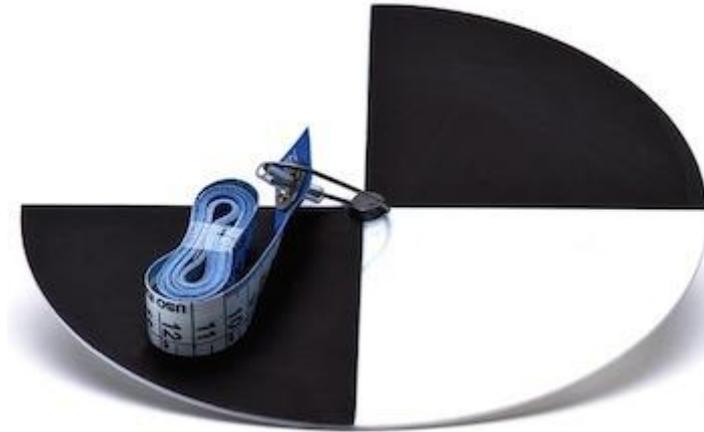


Figura 14. Disco de Secchi.

A transparência da água que nos interessa medir está diretamente relacionada com as existências, ou não, na água do viveiro, de plâncton (coloração verde).

Dependendo da profundidade de desaparecimento ou não do disco (cm possíveis de visualizar antes do mesmo desaparecer ao olhar), algumas técnicas de manejo podem ser adotadas para melhorar o ambiente.

A transparência irá nos permitir inferir na produção de oxigênio e liberação do CO_2 , informando se deve ser adubado o viveiro ou então ser feita uma renovação da água que ali existe.

Tabela 2. Situações para executar em função da visualização ou não do disco de Secchi em determinadas profundidades.

Situação	Manejo
< 30 cm de visualização	Viveiro com alta concentração de fitoplâncton. Poderá ocorrer falta de oxigênio em períodos críticos (noturno). É indicado uma renovação de água para que possa ser carregado o excesso de fitoplâncton.
Visualização entre 30 e 60 cm	Situação ideal de criação. Tentar manter a mesma para que não haja problemas.
>60 cm de visualização	O fitoplâncton está escasso no viveiro. Haverá falta de oxigênio. A solução indicada é fechar a entrada de água e adubar o viveiro, para que dessa forma a colonização do fitoplâncton seja mais rápida.

A profundidade do desaparecimento do disco de Secchi corresponde àquela profundidade na qual a radiação da faixa visível (400 - 700 nm), refletida no disco não é mais visível ao olho humano.

O limite da zona eufótica (que recebe os raios solares) é geralmente assumido como sendo aquela profundidade onde a intensidade da radiação corresponde a 1% da que atinge a superfície (Figura 15).



Figura 15. Demonstração representativa das zonas eufótica e afótica em um corpo d'água.

A profundidade do disco de Secchi pode ser utilizada (e agora é mais comum em reservatórios) na avaliação da extensão da zona eufótica. Para tanto, multiplica-se o valor da profundidade do disco pelo fator 2,7.

Zona eufótica (ZE);

Profundidade (P)

$$ZE = P \times 2,7$$

ZE = 1 m x 2,7 = **2,7 m** de extensão da zona eufótica (99% dos processos fotossintéticos ocorrem até essa profundidade)

$$ZE = 2m \times 2,7 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$ZE = 3m \times 2,7 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$ZE = 4m \times 2,7 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$ZE = 4,5m \times 2,7 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Nas camadas mais profundas de um lago, há menos energia radiante, isso é chamado de atenuação da luz (K).

Atenuação da luz = redução da energia radiante com a profundidade devido à dispersão e absorção.

$$K = \frac{1,7}{d}$$

d = profundidade do disco de Secchi.

Quanto maior o valor de K, mais baixa a penetração de luz.

Quanto menor o valor de K, mais elevada é a penetração de luz na água.

$$K = \frac{1,7}{0,4} = 4,25 \text{ (isso quer dizer que há alta produtividade ou sólidos em suspensão neste local, por isso, há uma baixa incidência de luz. Também pode demonstrar eutrofização, mas isso tem que levar em consideração a matéria orgânica e a coloração verde da água).}$$

$$K = \frac{1,7}{2,15} = 0,79 \text{ (isso quer dizer que há alta penetração de luz solar, portanto essa água pode estar com baixa produtividade, indicando uma transparência elevada).}$$