

MEDIÇÃO DE TURBIDEZ DE CORPOS D'ÁGUA UTILIZANDO IMAGENS CAPTURADAS POR DRONES CONVENCIONAIS EM AMBIENTE DE PISCICULTURA

RAFAEL LUIS BARTZ¹, ALDI FEIDEN²

¹ Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, doutorando em Desenvolvimento Rural Sustentável, Professor e Pesquisador do Instituto Federal do Paraná - IFPR, Toledo-PR, rafaelluisbartz@gmail.com;

²Dr. em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Professor e Pesquisador da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Toledo-PR, aldifeiden@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: A piscicultura é uma atividade que está crescendo exponencialmente no Brasil e no Mundo. O desempenho produtivo na piscicultura depende diretamente da qualidade da água dos viveiros, e parâmetros como a turbidez da água se tornam vitais para a tomada de decisões no manejo destes viveiros. A medição da turbidez normalmente é feita de forma manual, o que despande tempo e trabalho por parte dos piscicultores. Este trabalho objetivou identificar a possibilidade de medir a turbidez de corpos d'água por meio de imagens capturadas por drones convencionais, o que facilitaria a rotina diária de piscicultores, técnicos em piscicultura e engenheiros de pesca. Para tanto, um estudo foi conduzido onde comparou-se os valores de reflectância de vinte imagens RGB com o valor da turbidez de quatro tanques de piscicultura. Os resultados apontam que há uma correlção forte entre a turbidez medida diretamente na água e os valores de reflectância das imagens capturadas por drone, desde que se faça a correta correção de iluminação das mesmas. Futuras pesquisas podem ser conduzidas para elaboração de um modelo matemático que converta reflectância em valores absolutos de turbidez, para fomentar sistemas automatizados de processamento e medição.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias, qualidade da água, manejo em piscicultura, processamento de imagens.

WATER BODY TURBIDITY MEASUREMENT USING IMAGES CAPTURED BY CONVENTIONAL DRONES IN A PISCICULTURE ENVIRONMENT

ABSTRACT: Fish farming is an activity that is growing exponentially in Brazil and worldwide. The productive performance in fish farming depends directly on the water quality of the ponds, and parameters such as water turbidity become vital for decision-making in the management of these ponds. The measurement of turbidity is usually done manually, which takes time and labor for fish farmers. This work aimed to identify the possibility of measuring the turbidity of water bodies by means of images captured by conventional drones, which would facilitate the daily routine of fish farmers, fish farming technicians and fisheries engineers. To this end, a study was conducted where the reflectance values of twenty RGB images were compared with the turbidity value of four fish farming tanks. The results show that there is a strong correlation between the turbidity measured directly in the water and the reflectance values of the images captured by drone, as long as the correct lighting correction is made. Future research can be conducted to develop a mathematical model that converts reflectance into absolute values of turbidity, to foster automated processing and measurement systems.

KEYWORDS: Geotechnologies, water quality, management in fish farming, image processing.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que está em constante crescimento no Brasil e no mundo. O sucesso desta atividade se deve principalmente a alta demanda de carne pelo mercado nacional e internacional, e por ser considerado um alimento saudável, com baixo teor de gorduras e com alto valor nutricional. A necessidade da produção rápida de pescados, faz com que seja necessário um aprimoramento constante das técnicas de manejo dos viveiros produtivos. Para tanto, é de vital importância o acompanhamento da qualidade da água dos viveiros, pois determinados parâmetros influenciam no desempenho produtivo dos mesmos, de maneira direta ou indireta. A temperatura da água, por exemplo, influencia diretamente no metabolismo dos peixes, o que afeta diretamente o seu crescimento. Outros fatores, tal qual a turbidez da água, influenciam o desempenho produtivo de maneira indireta, pois águas muito turvas afetam o desenvolvimento de algas que servem de alimento aos peixes e são responsáveis por parte da manutenção do oxigênio dos viveiros. Segundo Cyrino (2017), a turbidez da água “é a capacidade de penetração de luz na água”, o que conseqüentemente prejudica o desenvolvimento do fitoplâncton, que atribui a cor verde a água e que necessita da luz solar para se desenvolver. A transparência da água também diminui em função da quantidade de sólidos suspensos presentes na mesma, e da profundidade do reservatório, ou seja, quanto mais fundo o viveiro, menos luz consegue chegar até o fundo (OLIVEIRA, 2000).

O método mais conhecido para se medir a turbidez de corpos d'água é o disco de Secchi, criado por Pietro Angelo Secchi em 1865, e que consiste em um disco com faixas pretas e brancas a qual pode ser mergulhado na água para avaliar a máxima profundidade a qual os raios solares podem incidir na água, tomando como parâmetro a máxima profundidade na qual o disco de Secchi pode ser visto pelo olho humano depois de mergulhado. O disco de Secchi, no entanto, exige que os piscicultores se desloquem até os tanques de maneira individual, para realizar as medições, o que depende de um tempo considerável a piscicultores que possuem uma grande quantidade de tanques.

Pesquisadores como Lathrop (1992), Kloiber et al. (2000), Dewidar e Khedr (2001), e Hadjimitsis et al. (2004) utilizaram imagens de Satélite para estimar a profundidade de Secchi e obtiveram bons resultados. Estes autores citam, porém, que a relação de reflectância e a profundidade de Secchi sobre muita interferência devido a reflectância da própria atmosfera terrestre, limitando a obtenção de resultados por imagens de satélite. A aplicação destas técnicas na piscicultura também depende da resolução espacial dos satélites, que normalmente não é adequada para medição de tanques com tamanho reduzido. No geral, para se medir qualquer parâmetro da água por sensoriamento remoto é preciso que este parâmetro esteja relacionado com alguma propriedade óptica que possa ser captada por um sensor, motivo pelo qual as análises de satélite muitas vezes são prejudicadas, pois sofrem interferências de fatores externos, como por exemplo a presença de nuvens (Brezonik et al., 2005). Neste contexto, o estudo de outras formas de captura de imagens para uso em pesquisas vem sendo amplamente discutido. Lehmann et al. (2017) obteve bons resultados na detecção de plantas invasivas por imagens capturadas por um aeromodelo de baixo custo e com o formato de um avião convencional. DeBell et al. (2016) afirma que veículos aéreos não tripulados se tornarão a componente chave para a realização de análises e gestão de ambientes aquáticos, assim como áreas de plantio, e florestas. Apesar dos inúmeros benefícios, o desafio ainda é atingir níveis eficientes de coleta de dados por sensoriamento remoto, ao ponto que estas técnicas possam substituir as técnicas tradicionais.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo analisar a correlação da turbidez da água medido por meio de um disco de Secchi, e a reflectância da água em imagens capturadas pela câmera de um drone convencional, tal qual os drones vendidos para fotografia amadora, pois imagens capturadas por drone podem ser obtidas de uma altura bem próxima da lâmina d'água, não sofrendo desta forma nenhuma interferência atmosférica. Os drones também são capazes de alcançar vários quilômetros de distância em poucos minutos, agilizando a rotina dos piscicultores, técnicos agrícolas e engenheiros de pesca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Instituto de Pesquisa e Aquicultura Ambiental (InPAA), localizado na cidade de Toledo – PR, nas proximidades do ponto de latitude -24.779927° e longitude -53.724206° . Foram coletadas amostras de 4 tanques diferentes, as quais foram feitas na tarde do dia 11/11/2019, momento em que o clima estava ensolarado e com poucas nuvens no céu.

Em cada tanque, mediu-se a turbidez através de um disco de Secchi de 30 centímetros de diâmetro, e foram tiradas 5 fotografias a uma altura vertical de 2 metros da coluna d'água, com o auxílio de um drone da marca DJI, modelo Phantom 4 Advanced. As fotografias foram tiradas utilizando uma câmera RGB, com a qual este modelo de drone já vem equipado de fábrica.

Ao trabalhar com imagens RGB, ou seja, bandas de comprimento de onda do espectro eletromagnético de luz visível, um dos maiores problemas enfrentados é a interferência da iluminação ambiente na tonalidade das cores das imagens, desta forma, para se ter um resultado mais preciso, é necessário realizar a correção da iluminação das imagens para que estas sejam normalizadas de forma a minimizar o impacto das condições ambientais no momento da captura das mesmas. Para realizar a correção das imagens, obteve-se, para cada tanque, a medida da luminosidade do ambiente no momento da coleta das imagens. Como este modelo de drone não possui este tipo de sensor de fábrica, um protótipo foi desenvolvido para esta finalidade, conforme Figura 1.

Figura 1. Protótipo para medição da luminosidade ambiente acoplado ao drone utilizado no estudo



O sensor utilizado foi um luxímetro digital modelo TSL2591, que é capaz de medir a intensidade luminosa solar separada da radiação infravermelha, podendo desta maneira ser analisado a banda solar que interfere diretamente nas imagens de luz visível (RGB). Para coleta e armazenamento dos dados, utilizou-se um microcontrolador ESP32 com transmissão de dados a partir de uma rede Wireless.

Tendo coletado os dados necessários, as vinte imagens foram processadas, onde obteve-se a média dos pixels em 3 configurações diferentes, as quais foram Vermelho, Verde, Azul e Tons de Cinza. Também obteve-se a média do valor de cada pixel com sua luminosidade corrigida, a qual fora calculada através da multiplicação do seu valor original pelo valor normalizado de luminosidade proveniente do luxímetro. A correlação da média dos pixels em cada banda foi analisado estatisticamente por meio do ambiente R (R CORE TEAM, 2018) e pacote estatístico complementar agricolae (MENDIBURU, 2017), utilizando o coeficiente de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após processadas as imagens e planilhados os valores das coletas em campo, obteve-se a tabela a seguir, cujos dados são:

TQ - Número do tanque analisado;

AM – Número da amostra;
 MTS - Média dos pixels da imagem em tons de cinza;
 MR - Média dos pixels da imagem na banda de cor vermelha;
 MG - Média dos pixels da imagem na banda de cor verde;
 MB - Média dos pixels da imagem na banda de cor azul;
 TS – Comprimento de Secchi em centímetros;
 LV – Luz visível medida pelo luxímetro;
 LVN – Luz visível normalizada;
 IR – Luz infravermelha medida pelo luxímetro;
 IRN – Luz infravermelha normalizada.

Tabela 1. Dados coletados em campo

TQ	AM	MTS	MR	MG	MB	TS	LV	LVN	IR	IRN
1	1	155,9750	158,3505	156,2984	147,7199	59	13964	-1,5946	7342	-1,7244
1	2	152,7906	155,4131	152,9698	145,0932	59	13964	-1,5946	7342	-1,7244
1	3	161,3698	163,7136	161,5526	155,0354	59	13964	-1,5946	7342	-1,7244
1	4	159,3851	161,5093	159,6550	152,9186	59	13964	-1,5946	7342	-1,7244
1	5	159,1513	161,0107	159,4156	153,2125	59	13964	-1,5946	7342	-1,7244
2	1	160,3493	160,6778	166,8890	126,1313	47	20764	0,2015	44771	0,6542
2	2	160,3744	160,5600	166,9645	126,3823	47	20764	0,2015	44771	0,6542
2	3	156,0119	156,3997	162,7513	120,8375	47	20764	0,2015	44771	0,6542
2	4	158,3161	158,7745	164,8490	123,7305	47	20764	0,2015	44771	0,6542
2	5	157,5211	157,7752	164,1811	122,9569	47	20764	0,2015	44771	0,6542
3	1	175,1284	181,5800	175,4628	157,7196	10	24427	1,1690	41108	0,4214
3	2	179,1900	184,7932	179,3346	164,7762	10	24427	1,1690	41108	0,4214
3	3	178,0133	183,8567	178,0339	163,9252	10	24427	1,1690	41108	0,4214
3	4	177,2526	183,0313	177,2434	163,5101	10	24427	1,1690	41108	0,4214
3	5	180,4058	185,7744	180,4887	167,1806	10	24427	1,1690	41108	0,4214
4	1	183,0143	187,8875	184,8434	161,9158	45	20850	0,2242	44685	0,6487
4	2	178,8525	184,3635	180,8012	154,9781	45	20850	0,2242	44685	0,6487
4	3	183,8578	189,5306	185,7308	159,9779	45	20850	0,2242	44685	0,6487
4	4	183,1611	189,0283	184,9414	159,2286	45	20850	0,2242	44685	0,6487
4	5	182,7938	189,7206	183,9965	158,4318	45	20850	0,2242	44685	0,6487

O resultado das análises estatísticas apontam uma correlação de fraca a moderada entre MTS, MR, MG e MB com a turbidez da água TS (0.59, 0.60, 0.56 e 0.46 respectivamente). Este resultado já era esperado, visto que as imagens analisadas sofreram interferência da luz ambiente no momento da captura da imagem. Ao analisar a correlação entre a turbidez TS e os valores de MTS, MR, MG e MB multiplicados pelo valor da radiação infravermelha normalizada, também obteve-se uma correlação de fraca a moderada (0.51, 0.52, 0.51 e 0.54 respectivamente), indicando que a radiação infravermelha não influenciou significativamente o resultado obtido nas imagens. Por último, analisou-se a correlação entre TS e os valores de MTS, MR, MG e MB multiplicados pelo valor da luz visível do ambiente no ato da captura das imagens. Nesta análise obteve-se uma correlação forte (0.87, 0.88, 0.87 e 0.87 respectivamente), indicando que há uma correlação significativa entre a profundidade de Secchi e as medidas obtidas nas imagens RGB. Observou-se que houve uma correlação um pouco maior da banda R (Vermelha) em relação as demais bandas, porém não foi muito significativa.

CONCLUSÃO

Os dados mostram que há a possibilidade de se medir a turbidez de corpos d'água utilizando cameras de drones comerciais, desde que se meça a luminosidade para efetuar a correção das imagens. Câmeras desenvolvidas especificamente para pesquisas em geoprocessamento realizam este tipo de medição, porém normalmente custam caro, e uma solução como esta apresentada neste estudo se torna mais viável para uso em piscicultura.

Mais estudos poderão ser conduzidos a fim de elaborar um modelo matemático que converta os valores dos pixels das imagens em profundidade de Secchi, possibilitando a construção de sistemas de medição automatizados.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Pesquisa e Aquicultura Ambiental (InPAA), por ceder suas instalações para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BREZONIK, P.; MENKEN, K. D.; BAUER, M. Landsat-based remote sensing of lake water quality characteristics, including chlorophyll and colored dissolved organic matter (CDOM). *Lake Reserv. Manag.* v. 21, 373-382, 2005.
- CYRINO, J. E. P. Introdução à Piscicultura. Disponível em: <<http://projetopacu.com.br/public/paginas/215-apostila-esalq-curso-Atualizacao-em-piscicultura.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- DEBELL, K.; ANDERSON, K.; BRAZIER, R.E.; KING, N.; JONES, L. Water resource management at catchment scales using lightweight UAVs: current capabilities and future perspectives. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, v. 4, 7-30, 2016. <https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0026>.
- DEWIDAR, K.; KHEDR, A. Water quality assessment with simultaneous Landsat-5 TM at Manzala Lagoon, Egypt. *Hydrobiologia*. v. 457, 49-58, 2001.
- HADJIMITSIS, D.; TOULIOS, L.; CLAYTON, C.; SPANOS, K. Dam trophic state evaluation using satellite remote sensing techniques: A case study of Asprokremmos Dam in paphos, Cyprus. *Proceedings of the International Conference on Protection and Restoration VI; Thassos, Greece. 28 June-1 July 2004*.
- KLOIBER, S. M.; ANDERLE, T. H.; BREZONIK, P. L.; OLMANSON, L.; BAUER, M. E.; BROWN, D. A. Trophic state assessment of lakes in the Twin Cities (Minnesota, USA) region by satellite imagery. *Adv. Limnol. Stuttg.* v. 55, 137-151, 2000.
- LATHROP, R. Landsat Thematic Mapper monitoring of turbid inland water quality. *Photogramm. Eng. Remote Sens. (United States)* V. 58, 465-470, 1992.
- LEHMANN, J. R. K.; PRINZ, T., ZILLER, S. R.; THIELE, J.; HERINGER, G.; MEIRA-NETO, J. A. A.; BUTTSCHARDT, T. K. Open-Source Processing and Analysis of Aerial Imagery Acquired with a Low-Cost Unmanned Aerial System to Support Invasive Plant Management. *Frontiers in Environmental Science*, v. 5, 2017. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00044>.
- MENDIBURU, F. (2017). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-8. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>>. Acesso em 09 set. 2018.
- OLIVEIRA, L. Manual de qualidade da água para aquicultura. Florianópolis: Alfakit, 2000.
- R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em 09 set. 2018.