

SISTEMA DE SUPORTE À VIDA PARA RECINTO MULTIESPÉCIES AQUÁTICO/TERRESTRE PARA CAPIVARAS (*HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS*), GUARÁS (*EUDOCIMUS RUBER*) E PEIXES NEOTROPICAIS

MARASCHIN, Jefferson¹; LOPEZ, Miguel²; RODRIGUES NETO, André³

¹Líder de SSV no Oceanic Aquarium

²Coordenador de SSV no Oceanic Aquarium

³Diretor Operacional Técnico no Oceanic Aquarium
andre@oceanicaquarium.com.br

Resumo

Recintos zoológicos multiespécies que integram mamíferos semiaquáticos, aves e peixes impõem desafios ao dimensionamento do Sistema de Suporte a Vida (SSV), devido à elevada carga orgânica. Este estudo apresenta o projeto e validação de um SSV aplicado a recinto de 80 m² e 18 m³ com capivaras, guarás e peixes neotropicais. O sistema integra filtragem mecânica, filtragem pressurizada, ozonização e desinfecção ultravioleta (UV). Os resultados indicaram alta eficiência na remoção de sólidos, turbidez próxima de zero Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU) e estabilidade físico-química, demonstrando aplicabilidade em ambientes de alta carga orgânica (Timmons; Ebeling, 2010).

Palavras-chave: Aquários. Filtragem. Ozônio. RAS. SSV.

Introdução

Recintos multiespécies representam um desafio para a engenharia aplicada a zoológicos, especialmente quando combinam mamíferos semiaquáticos, aves e peixes. A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) contribui com elevada carga de sólidos orgânicos, enquanto aves como o guará (*Eudocimus ruber*) aumentam a carga nitrogenada. A presença de peixes de diferentes bacias exige condições físico-químicas estáveis, baixa turbidez e controle rigoroso de compostos nitrogenados, especialmente amônia e nitrito (Camargo; Alonso, 2006). Nesse contexto, o SSV deve atuar de forma integrada na remoção de sólidos, oxidação de matéria orgânica dissolvida, controle microbiológico e manutenção da transparência da água. Este estudo descreve a implementação de um SSV no Oceanic Aquarium em Balneário Camboriú (Santa Catarina, Brasil), com foco em desempenho técnico e aplicabilidade prática.

Objetivos

O objetivo deste estudo foi projetar e validar um Sistema de Suporte à Vida eficiente para um recinto multiespécies submetido a alta carga orgânica, com volume de 20 m³ e taxa de recirculação de aproximados $\geq 3x/h$, garantindo recirculação adequada da água, remoção eficiente de sólidos, controle de compostos nitrogenados, manutenção da turbidez em níveis inferiores a 1 NTU e estabilidade dos parâmetros físico-químicos em condições operacionais contínuas, minimizando riscos microbiológicos e validando a eficiência operacional em condições reais de uso.

Materiais e Métodos

O recinto avaliado foi concebido como um habitat multiespécies aquático-terrestre com área total de 80 m², composto por dois corpos hídricos integrados: um tanque principal de 16 m³, destinado às capivaras, e um tanque secundário de 2 m³, representando ambiente de manguezal. O Sistema de Suporte a Vida (SSV) opera em regime de recirculação fechada como

em Recirculating Aquaculture System (RAS), sendo dimensionado para suportar elevada carga orgânica particulada e dissolvida. A linha de tratamento do tanque principal inclui filtragem mecânica primária por filtro parabólico com capacidade de 60 m³/h, responsável pela remoção de sólidos grosseiros, seguida por filtragem pressurizada composta por dois filtros Astralpool Vesubio 1200 (30 m³/h cada), contendo 1.000 kg de areia de vidro com granulometria estratificada. O sistema incorpora ozonização com capacidade de 10 g O₃/h, operando em câmara de contato de 2 m³, com loop dedicado de 10 m³/h e vazão efetiva de tratamento de 3 m³/h, controlado por automação baseada em Potencial de Oxirredução (ORP) (Aiken, 1995). A etapa final inclui desozonização e desinfecção por dois esterilizadores UV de 95 W, além de monitoramento contínuo de pH, ORP e temperatura.

O tanque secundário opera também em sistema fechado, com menor carga orgânica, utilizando pré-filtragem parabólica e filtragem pressurizada (Vesubio 900, 30 m³/h) com 400 kg de areia de vidro, garantindo clareza da água e estabilidade físico-química. O dimensionamento hidráulico foi estabelecido para uma vazão operacional de aproximadamente 60–64 m³/h, garantindo turnover entre 2 e 3 vezes por hora.

A estimativa de carga orgânica foi baseada em parâmetros zootécnicos de capivaras adultas (≈50 kg), considerando consumo médio de 1,5 kg de matéria seca/dia e fração excretada de 40%, resultando em aproximadamente 0,60 kg de sólidos fecais por animal/dia. A carga efetiva no sistema aquático foi estimada em 0,30 kg de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)/dia por animal (Metcalf & Eddy) considerando 50% de transferência para a água, além de contribuições nitrogenadas (≈7,5 g N/dia) e fosfatadas (≈2 g P/dia). Para o sistema com dois indivíduos, a carga volumétrica estimada atingiu cerca de 38 mg/L/dia de DBO, caracterizando o ambiente como de alta carga orgânica combinada.

O sistema foi dimensionado com dois filtros em paralelo (30 m³/h cada), resultando em taxa de filtração superficial de aproximadamente 26,5 m³/m²/h. A retrolavagem requer operação conjunta das bombas (60 m³/h), permitindo adequada fluidização do leito (≈25–30% de expansão), evidenciando limitação operacional quando realizada de forma individual. A ozonização constitui etapa avançada de tratamento, promovendo oxidação de matéria orgânica dissolvida, redução de cor, floculação indireta e controle microbiológico. O sistema opera com tempo de contato aproximado de 40 minutos, sendo seguido por desozonização e reforço sanitário via radiação Ultravioleta (UV) (Summerfelt; Penne, 2008). O controle operacional é realizado por monitoramento contínuo de ORP (350–450 mV), garantindo segurança e eficiência do processo.

Resultados e Discussão

A análise dos dados operacionais do Sistema de Suporte à Vida (SSV) entre fevereiro e março de 2026 evidencia um sistema funcional, com baixa concentração de amônia (0,02 mg/L), níveis adequados de oxigênio dissolvido (6,7–8,7 mg/L) e turbidez próxima de 0 Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU), indicando eficiência da filtragem (Timmons; Ebeling, 2010) e elevada qualidade óptica da água. A integração entre filtragem mecânica, filtragem pressurizada e ozonização mostrou-se eficaz na remoção de carga orgânica. No entanto, a presença recorrente de nitrito (0–0,10 mg/L) indica limitação parcial da nitrificação, enquanto o acúmulo de nitrato (25,6–37,8 mg/L) evidencia ausência de mecanismos de remoção, como desnitrificação ou renovação hídrica. Esses resultados sugerem um sistema biologicamente funcional, porém próximo da saturação, com dependência relevante de processos físico-químicos, especialmente da ozonização. A alcalinidade apresentou valores entre 18 e 36 mg/L CaCO₃, abaixo da faixa recomendada, caracterizando baixa capacidade tampão e favorecendo quedas de pH (até 6,4). Esse fator representa o principal limitante do

sistema, comprometendo sua estabilidade química. O ORP variou entre 237 e 570 mV no tanque e entre 316 e 760 mV na câmara de contato, confirmando a eficiência da ozonização. De modo geral, o sistema apresenta elevada eficiência e robustez para alta carga orgânica, com destaque para o controle de amônia e qualidade da água. Entretanto, limitações relacionadas à baixa alcalinidade, presença de nitrito e acúmulo de nitrato evidenciam limitação da nitrificação (Malone; Pfeiffer, 2006) enquanto picos de ORP e restrições operacionais indicam a necessidade de ajustes para aumento da estabilidade e resiliência.

Conclusão

Com base na análise integrada dos dados operacionais, dimensionamento hidráulico e estimativa de carga orgânica, conclui-se que o sistema demonstrou eficiência na remoção de sólidos, controle de compostos nitrogenados, especialmente amônia, e manutenção de parâmetros críticos dentro de faixas adequadas, evidenciando a robustez da integração entre filtragem mecânica, filtração pressurizada, ozonização e desinfecção UV. Sob a perspectiva de sistemas RAS (Recirculating Aquaculture System), trata-se de um sistema eficiente, porém operando próximo ao limite de estabilidade biológica. A baixa alcalinidade foi identificada como o principal fator limitante, comprometendo a capacidade tampão e aumentando o risco de instabilidade química e da nitrificação. Associada à presença recorrente de nitrito e ao acúmulo de nitrato, essa condição indica dependência relevante de processos físico-químicos, especialmente da ozonização, reduzindo a resiliência biológica do sistema. Embora a ozonização apresente elevado desempenho, requer ajustes finos para evitar sobreoxidação, enquanto o sistema hidráulico, apesar de funcional, apresenta oportunidades de otimização, sobretudo no processo de retrolavagem. Com essas adequações, o sistema tende a evoluir de um estado funcional de alto desempenho para um modelo mais estável, resiliente e alinhado às melhores práticas internacionais em engenharia de Sistema de Suporte a Vida (SSV).

Referências Bibliográficas

- Aiken, A. (1995). Use of Ozone to Improve Water Quality in Aquatic Exhibits. *International Zoo Yearbook*, 34, 106-1014.
- Ainken, A. & Smith, M. (2015). Management and Application of Ozone in Aquatic Life Support System. AZA 2015 Annual Conference.
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution. *Environment International*, 32(6), 831–849.
- Malone, R. F. & Pfeiffer, T. J. (2006). *Rating fixed film nitrifying biofilters used in RAS. Aquacultural Engineering*, 34(3), 389–402.
- Metcalf & Eddy. *Wastewater Engineering*. McGraw-Hill.
- Summerfelt, S.T.; Penne, C.R. (2008). *Design and management of conventional fluidized-sand biofilters*.
- Timmons, M.B.; Ebeling, J.M. (2010). *Recirculating Aquaculture Systems*. Cayuga Aqua Ventures.