

1 m³ d'effluents par jour dans les étangs de lentilles. Le suivi consistait en des analyses périodiques du liquide traité, à l'entrée et à la sortie de chaque lagune, LM1 recevant la charge de LA et LM2 recevant la charge de LM1. Les échantillons ont été collectés tous les quinze jours entre mai et octobre 2009. Les échantillonnages ont été faits à une heure proche de midi et les paramètres sélectionnés pour cette évaluation sont N-NH₃ (azote ammoniacal), NTK (Azote Total Kjeldahl), PT (Phosphore Total), OD (Oxygène Dissous), le pH et la température. Ces derniers ont été mesurés sur place à l'aide d'appareils portatifs (oxymètre Lutron®; pH-mètre Hanna®). Les autres paramètres ont été mesurés au laboratoire ; il a été utilisé la méthodologie d'analyses de laboratoire selon les méthodes APHA (2005).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs moyennes des résultats obtenus pour chaque paramètre analysé, sont rapportées au Tableau 1. On constate une excellente efficacité de la filière de traitement dans l'élimination de l'ammonium, de l'azote total et du phosphore total, les valeurs sur l'ensemble du processus étant respectivement de 98,5%, 98,6 % et 98,8%. Un facteur important pour la réduction des teneurs en azote et en phosphore de l'effluent est le temps élevé de rétention appliqué ici : 86 jours pour LM1 et 30 jours pour LM2. Certains auteurs rapportent un TRH pour des lagunes de lemnes variant entre 3 et 15 jours, pour des effluents issus d'un égout domestique, mais avec une concentration en ammonium 15 fois moindre que dans le cas de l'élevage porcin (El-Shafai *et al.*, 2007). Araújo *et al.* (2009), dans un essai étudiant les performances de lagunes de stabilisation dans le traitement de lisier de porc, obtenaient une réduction de 57% de NTK dans une lagune facultative aérée, et 65% de N-NH₃ et 45% de PT dans une lagune de maturation.

La teneur en oxygène dissous s'est considérablement accrue dans les lagunes, en comparaison de l'effluent initial issu de la lagune

anaérobie. La bonne qualité d'aérobiose des lagunes LM1 et LM2 est à mettre en relation avec leur faible profondeur (respectivement 0,8 et 0,4 m) qui leur confère un ratio élevé superficie/volume facilitant la pénétration de l'oxygène dans la colonne d'eau et aussi l'activité photosynthétique. La concentration élevée d'OD favorise également les processus de nitrification. La température moyenne a été de 16,2 ± 3,2°C dans LM1 et de 16,4 ± 3,4°C dans LM2. Ces températures ne sont pas considérées comme optimales pour le métabolisme des lemnaées (l'optimum se situant entre 25 et 35 °C), ni non plus pour les micro-organismes décomposeurs. Malgré cela, l'efficacité du traitement est élevée et n'a pas subi de préjudice majeur sous ces conditions. Considérant que le Sud de l'État de Santa Catarina est une région de climat sub-tropical, avec les plus basses moyennes de température du Brésil, il est probable que les lagunes de lemnaées peuvent être encore plus efficaces dans des régions aux températures plus élevées.

CONCLUSION

Selon les résultats obtenus dans cet essai, nous pouvons conclure que :

- Le traitement d'effluents porcins par des lagunes de macrophytes lemnaées a présenté une excellente efficacité d'élimination des composés azotés et phosphorés, supérieure à 98% pour tous les paramètres examinés.
- Le TRH, voisin de 106 jours, semble être surdimensionné pour les conditions de traitement présentées.
- La proportion élevée d'ammonium ionisé (NH₄⁺), associée à un pH légèrement acide, a favorisé l'élimination d'azote par les macrophytes.
- Les températures plus basses dans le Sud de l'État de Santa Catarina que dans le reste du Brésil n'ont pas été préjudiciables à l'efficacité du traitement proposé.
- La possibilité d'utiliser la biomasse de lemnes produite pour l'alimentation des animaux n'a pas été évaluée mais semblerait possible.

Tableau 1 – Efficacité dans la réduction des paramètres évalués, après les lagunes de lemnaées

Paramètres	Rejet brut	Effluent (BD)	Effluent (LA)	Effluent (LM1)	Effluent (LM2)
pH	7,52 ± 0,6	7,19 ± 0,7	7,38 ± 0,4	7,0 ± 0,6	6,68 ± 0,5
OD (mg/L)	--	0,10 ± 0,3	0,10 ± 0,19	2,02 ± 1,4	3,02 ± 1,2
N-NH ₃ (mg/L)	1624 ± 1146	1159 ± 377	636 ± 321	28 ± 14	7 ± 6
NTK (mg/L)	7986 ± 9573	1622 ± 629	832 ± 435	44 ± 22	14 ± 10
PT (mg/L)	1487 ± 898	215 ± 177	92 ± 99	10 ± 7	5 ± 6

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APHA 2005 (American Public Health Association) – AWWA (American Water Works Association) – WEF (Water Environment Federation). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition.
- Araújo I.S., Alves R.G.C.M., Belli Filho P., Costa R.H.R., 2009. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos em escala real. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Tratamento de Dejetos de Animais. Florianópolis, SC. Brasil.
- El-Shafai S.A., Gijzen H.J., Nasr F.A., El-Gohary F.A., 2004. Microbial quality of tilapia reared in fecal-contaminated ponds. Environmental Research, 95, 231-238.
- Zimmo O.R., Alsaed R.M., Steen N.P., Gijzen H.J., 2002 Process performance assessment of algal- based and duckweed-based wastewater treatment systems. Water Science and Technology, 45 (1), 91-110.
- Körner, S., 2001. Development of submerged macrophytes in shallow Lake Müggelsee (Berlin, Germany) before and after its switch to the phytoplankton-dominated state. Archives of Hydrobiology, 152, 395-409.
- Mohedano R.A., Costa R.H.R., Tavares F.A., Belli Filho P., 2012. High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds. Bioresource Technology, 112, 98-104.