

## INTRODUÇÃO

Um dos impactos ambientais mais marcantes sobre os ecossistemas hídricos é ocasionado pela drenagem ácida de minas (DAM), oriunda da mineração de carvão. A pirita ( $\text{FeS}_2$ ), um dos principais minerais presentes no rejeito, oxida-se na presença de oxigênio e água, formando a DAM. Esse lixiviado apresenta níveis baixos de pH e altas concentrações de sulfato, ferro e outros metais dissolvidos. O tratamento geralmente empregado é a neutralização e precipitação dos metais, seguido por uma etapa de separação sólido-líquido por sedimentação ou flotação. Porém, esse método não é plenamente efetivo na remoção de manganês, ficando esse elemento muitas vezes em concentração acima do estabelecido pela legislação para lançamento de efluentes em corpos hídricos ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ). Ainda, essas águas não são devidamente aproveitadas, havendo potencial para reuso.

## OBJETIVOS

- Estudar o crescimento de microalgas em águas residuárias da mineração de carvão, após seu tratamento.
- Avaliar a produção de biomassa e possíveis melhorias nos parâmetros de qualidade da água, de forma específica, em relação ao manganês.

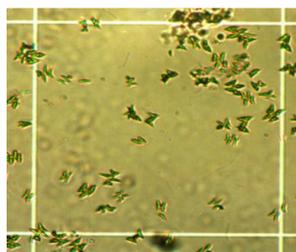


Figura 1. Visualização por microscópio da microalga *Scenedesmus sp.*

## EXPERIMENTAL

Uma amostra de drenagem ácida de minas (DAM) foi coletada na região carbonífera de Santa Catarina. Essa água foi neutralizada com  $\text{Ca(OH)}_2$  para precipitação dos metais e filtrada, dando origem a drenagem neutra de minas (DNM) que foi empregada nos experimentos.

O crescimento das algas foi conduzido em laboratório. Um plano experimental foi elaborado conforme o esquema mostrado abaixo, tanto em drenagem neutra de minas (DNM) como em água destilada (AD). Os experimentos foram conduzidos em frascos de 500 mL, em triplicata, durante 11 dias, com aeração, fotoperíodo de 12h/12h e a uma temperatura de  $27^\circ\text{-}30^\circ\text{C}$ . A Figura 1 mostra a alga empregada *Scenedesmus sp.*

(a) sem nutrientes

450 mL de AD - 50 mL de inóculo: (b) com N e P

(c) com nutrientes do meio Guillard

(d) sem nutrientes

450 mL de DNM – 50 mL de inóculo: (e) com N e P

(f) com nutrientes do meio Guillard

Mediu-se diariamente a densidade óptica no espectrofotômetro – utilizando-se o comprimentos de onda de 570 nm. Também mensurou-se o peso seco através da filtração a vácuo de 200 mL da suspensão e posterior secagem da biomassa retida no filtro. A correlação entre a absorvância e massa seca é apresentada na Figura 2.

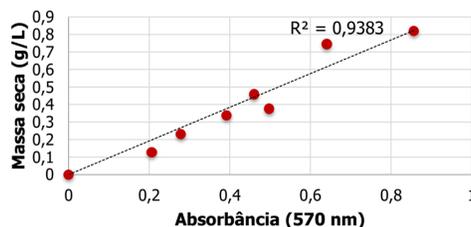


Figura 2. Correlação entre massa seca da microalga *Scenedesmus sp.* em g/L e a absorvância medida em espectrofotômetro.

Vencida esta etapa, a condição (e) foi repetida em 3 Erlenmeyers de 2.000 mL. Aliquotas foram retiradas diariamente e filtradas para análise de manganês total. Ao final de 12 dias, o meio de cultivo foi todo filtrado e analisado em relação a pH, condutividade e a concentração de alumínio total, ferro total, fósforo total, magnésio total, manganês total, zinco total e sulfatos. Todas essas análises seguiram os procedimentos descritos "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA).



Figura 3. Crescimento das microalgas em laboratório.

A Figura 3 mostra uma imagem dos experimentos conduzidos em laboratório. Os resultados obtidos foram comparados aos da DAM e DNM antes do crescimento das algas.

## RESULTADOS

A figura 4 mostra o crescimento das microalgas em DNM e a figura 5 o crescimento na AD. A produção de biomassa da microalga *Scenedesmus sp.* em DNM chegou próximo de  $3,0 \text{ g/L}$  na presença de nutrientes. Os crescimentos na DNM foram superiores aos conduzidos em AD.

As algas adaptaram-se ao ambiente (retiraram da água nutrientes necessários para seu desenvolvimento) e houve uma diminuição significativa de alguns parâmetros de qualidade da água (Tabela 1). A remoção de Mn, em especial, foi bastante significativa após o crescimento das microalgas, conforme mostrado na Figura 6.

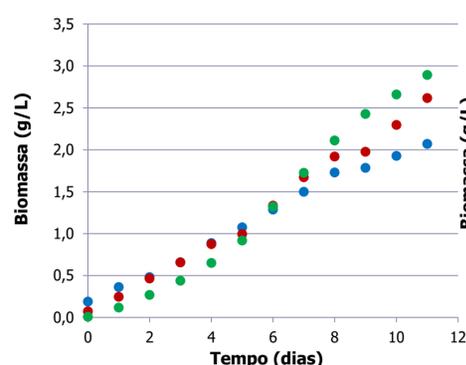


Figura 4. ● : crescimento da microalga em DNM com adição de nutrientes do meio Guillard. ● : crescimento em DNM com adição de nitrogênio e fósforo. ● : crescimento apenas em DNM.

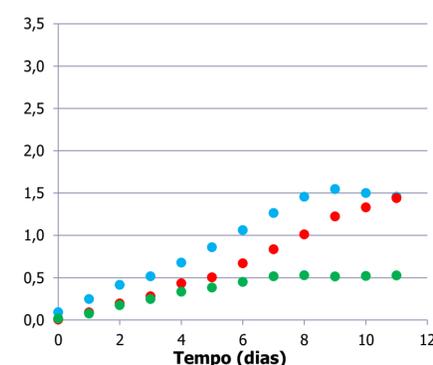


Figura 5. ● : crescimento da microalga em AD com adição de nutrientes do meio Guillard. ● : crescimento em AD com adição de nitrogênio e fósforo. ● : crescimento apenas em AD.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água na DAM, DNM e DNM após crescimento das microalgas.

Parâmetro	DAM	DNM	DNM-Algas	CONAMA 430/2011
Condutividade	4,8 $\mu\text{s/cm}$	3,6 $\mu\text{s/cm}$	5,1 $\mu\text{s/cm}$	-
pH	2,4	7,0	7,0	6 - 9
Alumínio total	36 mg/L	0,08 mg/L	<0,08 mg/L	0,1 mg/L
Fe total	31,5 mg/L	1,2 mg/L	0,06 mg/L	15 mg/L
Fósforo total	0,5 mg/L	0,8 mg/L	1,0 mg/L	-
Magnésio total	39,3 mg/L	38,1 mg/L	46,6 mg/L	-
Manganês total	5,3 mg/L	3,5 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Zinco total	1,7 mg/L	0,1mg/L	0,09 mg/L	5 mg/L
Sulfato total	835,2 $\mu\text{s}$	832,8 $\mu\text{s}$	833 $\mu\text{s}$	-



Figura 6. Decréscimo do manganês na DNM. A redução da concentração se deu por absorção/adsorção na biomassa da *Scenedesmus sp.*. O Mn é um nutrientes necessário para o desenvolvimento das algas.

## CONCLUSÕES

- O uso de águas neutras de mina para cultivo de microalga *Scenedesmus sp.* foi possível.
- As algas se adaptaram ao ambiente que lhes foi proporcionado e retiraram da água os nutrientes necessários para seu desenvolvimento.
- Houve uma melhoria nos parâmetros de qualidade da água após o crescimento das algas, em especial em relação a redução de manganês.

## AGRADECIMENTOS