

MARQUES, K.N. **Análise morfológica e molecular de cianobactérias isoladas de efluentes de uma mina de urânio desativada com ênfase em *Aphanothece* e sua capacidade de bioissorção do ²²⁶Ra.** 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2006.

ERRATA

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
11	10, 28, 30 e 31	226 Ra	²²⁶ Ra
12	11	226 Ra	²²⁶ Ra
14	5	sedimentação	precipitação
14	8	limpeza	remoção
14	13	interiorização do metal ou pela transformação de íons (precipitação ou solubilização) por	interiorização do íon ou pela transformação desse íon (precipitação, redução, volatilização ou solubilização) por
14	25	Brasileira	do Brasil
17	3	possuem	possui
18	25	característica tóxica	capacidade de sintetizar toxinas
19	17	desse táxon	para o grupo
26	22	grande diversidade morfológica	grande diversidade fenotípica
30	19	sedimentação	precipitação química
31	13	adsorção	bioissorção
31	14	adsorção	bioissorção

31	15	adsorveu	biossorveu
31	16	1000 mg.L ⁻¹ de Cu ²⁺	1000 mg. Cu ²⁺ .g ⁻¹
31	17	adsorvido	suprimir
31	18	Eles também testaram efluente contaminado em pH 3,5 e obtiveram sucesso.	suprimir
31	25	biossorção	bioacumulação
32	11	grupos carboxil, fosfato e hidroxil	grupos carboxila, fosfato e hidroxila
32	16	2 horas.	2 horas que corresponde à bioacumulação, distingue-se aqui as duas fases da interação metal-células.
33	4	Amerício e Urânio	amerício e urânio
33	8	por biomassa de 70 mg·mL ⁻¹ .	pela biomassa de solução contendo 70 mg·L ⁻¹ .
33	12	atividade	solubilização
33	25	do metal de urânio	do urânio
33	27	em pHs	em valores de pH
35	3 e 4	País	país
36	12	processo hidrometalúrgico, bacia de rejeitos	processo hidrometalúrgico, unidade de tratamento dos efluentes da usina, bacia de rejeitos
36	13	tratamento de rejeitos	co-precipitação de rádio
39	4	Poços de Caldas/MG	Caldas/MG
41	5	COOLAB	LAPOC
42	16	permitiu.	permitiu a realização de coleta com esse equipamento.
42	18	A utilização da solução de	suprimir

Lugol seguiu as recomendações da CETESB (informação pessoal da M.Sc. Lívia Fernanda Agujaro). Esse método de fixação foi escolhido porque, apesar de modificar a coloração das células, a solução de iodo preserva melhor as estruturas celulares e é menos tóxica em relação a outros métodos como a formalina, por exemplo. Para a fixação do material utilizou-se a proporção de aproximadamente 10% em relação ao volume da amostra, ou seja, a solução de Lugol foi adicionada em gotas até a amostra atingir tonalidade de “conhaque”.

43	20	40 $\mu\text{moles}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$	40 $\mu\text{mols}\cdot\text{fótons}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$
44	22	$\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$
45	26	$\text{Na}_2\text{MO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	35	Ferric sulfate, n-hydrate	sulfato férrico n-hidrato
47	818	por meio de observações microscópicas (Olympus BH-2), considerando a forma, coloração, tamanho e arranjo celular, seguindo as chaves de classificação mencionadas.	seguindo-se as chaves de identificação mencionadas, por meio de observações de lâminas contendo amostras das culturas ao microscópio óptico (Olympus BH-2). Foram avaliadas a forma, a coloração e o arranjo das células,

			e entre as células. Na descrição de cada isolado as medidas de largura, comprimento e diâmetro apresentados correspondem à média dos valores de medições de vinte células.
53	12	40 $\mu\text{moles}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$	40 $\mu\text{mols}\cdot\text{fótons}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$
54	3	DILAB	LAPOC
54	9	numa faixa de cerca de $2341 \pm 255 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$.	numa faixa de cerca de $2341 \pm 255 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ($2,88 \times 10^{-10} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$).
54	11	e Isotermas de Biossorção.	suprimir
54	13	equilíbrio químico (Sistema de Reação	equilíbrio químico na condições do Sistema de Reação
54	14	de Biossorção), demonstrado pela equação:	de Biossorção, representado pela equação:
54	15	+ H^+ (solução)	+ 2H^+ (solução); supondo a troca iônica como o mecanismo principal.
54	20	de trabalho de concentração	de trabalho (concentração de fase dispersa igual a $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) de concentração
54	21	$478,15 \pm 47,8 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ficaram	$478,15 \pm 47,8 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ ($5,88 \times 10^{-11} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) ficaram
55	1	o tempo a solução	o tempo a suspensão
55	2	era filtrada e 25 mL	era filtrada através de membrana Millipore com $0,22 \mu\text{m}$ de diâmetro de poro em sistema de filtração Millipore esterilizante à vácuo; e 25 mL
55	6	água ultrapura condicionada	água ultrapura (concentração da fase dispersa igual a $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) condicionada
55	12	tratamento.	tratamento; porém sem biomassa.

55	15	finais (ou de equilíbrio)	finais, estas no equilíbrio do Sistema Reação de Biossorção
55	16	por contador alfa	por radioquímica utilizando um contador alfa
55	19	necessidade de	necessidade de se
55	20	realizar co-precipitação	realizar a co-precipitação
55	23	Ra ⁺² , é	Ra ⁺² , também é
56	22	tubulação até uma bacia de decantação da própria CNEN, na qual a água acumulada passa por tratamento e depois é liberada ao ambiente.	tubulação até caixas de RI-PVC (PVC reforçada com fibra de vidro) estanques e destas, bombeadas para a Unidade de Tratamento de Efluentes a qual, por sua vez, transfere todos os efluentes tratados para uma bacia de decantação que não extravasa para o ambiente e que sofre monitoramento mensal através de poços perfurados a sua montante e a sua jusante.
56	24	Assim como todo material utilizado na descontaminação;	Todos os materiais utilizados para descontaminação;
57	3	proteção individual; e a área de limpeza fica identificada como de "manuseio de soluções radioativas".	proteção individual. Todos os laboratórios do setor de radioecologia estão classificados como Áreas Controladas e /ou Supervisionadas
57	legenda	Produção biomassa	Produção de biomassa
	Figura		
	7. A.		
57	legenda	trabalho contendo	trabalho (1 g·L ⁻¹) contendo
	Figura		
	7. B.		
57	legenda	Solução	Suspensão
	Figura		
	7. D.		

58	19	fósforo e clorofila	fósforo total e clorofila
58	21	tratamento da usina, as avaliações	tratamento dos rejeitos da usina, cuja operação foi descontinuada em 1995, as avaliações
58	22	Para o sistema de tratamento da usina, as avaliações periódicas das características físicas, químicas e biológicas tiveram início em 2006. O pH é mantido próximo de 8,0, devido ao tratamento que essas bacias recebem para precipitar os radionuclídeos. Até o momento, a média de temperatura foi ao redor de 21°C, com registro de 24-25 °C, nos meses de verão. Quanto aos radionuclídeos, para a primeira bacia, a de rejeitos (R), a concentração é de <0,05 mg·L ⁻¹ . Existem mais duas bacias de decantação (D1 e D2) antes do efluente ir para águas externas à UTM-INB, contudo não há medidas para esses efluentes. As leituras de fósforo e clorofila a feitas até o momento caracterizam os efluentes desse sistema como oligotróficos.	Para o sistema de tratamento do efluente da usina, as avaliações periódicas das características físico-químicas e biológicas do efluente da Bacia de Rejeitos tiveram início em 2006, pelo setor de Radioecologia da CNEN/LAPOC. O pH é mantido próximo de 8,0, devido ao tratamento que essa bacia recebe para precipitar os radionuclídeos, cujo monitoramento é feito pelos técnicos da UTM-INB e inspecionado pelos técnicos da CNEN.. Até o momento, a média de temperatura foi ao redor de 21°C, com registro de 24-25 °C, nos meses de verão. Quanto ao radionuclídeo urânio, sua concentração foi de <0,05 mg·L ⁻¹ . Quanto ao nível trófico, as leituras de fósforo e clorofila a caracterizam o efluente da bacia de rejeitos como oligotróficos.
59	8	Ao todo, foram isoladas 12 linhagens de cianobactérias abrangendo 8 gêneros, sendo 4 pertencentes à ordem Chroococcales (formas	Ao todo, foram isoladas 12 linhagens de cianobactérias sendo 4 pertencentes à ordem Chroococcales (formas unicelulares), 7 à Oscillatoriales

		unicelulares), 7 à (filamentosas) e 1 à Nostocales Oscillatoriales (filamentosas) (filamentosa heterocitada). O e 1 à Nostocales (filamentosa heterocitada).	isolamento abrangeu um total de 8 gêneros diferentes.
62	27	normalmente associado à ambientes terrestres, entretanto,	amplamente distribuído em ambientes aquáticos e terrestres
64	5	rente às células	fino
64	6	cilíndrico	cilíndricas
64	6 e 14	conteúdo verde	conteúdo celular verde
64	22	conteúdo verde-claro	conteúdo celular verde-claro
65	10	conteúdo homogêneo	conteúdo celular homogêneo
66	6	conteúdo acastanhado	conteúdo celular acastanhado
66	11	conteúdo verde-brilhante	conteúdo celular verde-brilhante
66	20	conteúdo verde-azulado	conteúdo celular verde-azulado
67	4	1,6 – 2,0 µm diâm.;	1,2 – 1,6 µm compr. x 1,6 – 2,0 µm diâm.;
67	5 e 16	conteúdo verde-azulado	conteúdo celular verde-azulado
67	23	conteúdo violeta pálido	conteúdo celular violeta pálido
68	12	conteúdo verde pálido	conteúdo celular verde pálido
77	22	4,0 x 10 ⁰ a 2,3 x 10 ¹ cels·mL ⁻¹	4,0 x 10 ⁰ a 2,3 x 10 ¹ cels·mL ⁻¹
81	4	na biomassa seca de	pela biomassa de
81	10	45, 105 e 120 min.	45, 60, 75, 120 min.
81	11	nesse pH, os sítios da biomassa seca apresentam maior afinidade pelos íons de H ⁺ e, portanto o ²²⁶ Ra compete fracamente por eles.	nesse pH, o Ra ²⁺ compete fracamente pelos sítios ligantes de metais/radionuclídeos da biomassa, pois a concentração de H ⁺ nesse sistema é muito maior que a concentração de Ra ²⁺

81	12	Assim, pela curva da Figura 33, pode-se dizer que o equilíbrio do sistema foi alcançado próximo de 45 min. de contato entre as fases dispersa e dispersora.	Assim, a curva da Figura 33, indica que o tempo de equilíbrio do sistema tem início a partir de 45 min, estendendo-se até 135 minutos de contato entre as fases dispersa e dispersora.
82	1	biomassa seca	biomassa
83	1	Deve-se observar que no tempo de 45 minutos de contato biossorvente e solução de sorvato não houve diferença estatística, isso pode ser reflexo de diferença no condicionamento da biomassa. O processo de agitação da biomassa promoveu sua homogeneização na solução de contato, disponibilizando sítios de ligação que não haviam sido protonados, dessa forma, mesmo que nesses sítios tenha ocorrido adsorção de Ra^{2+} não haveria alteração no pH pois não haveria H^+ a ser deslocado para a solução.	suprimir
83	11	foi atingido já a partir de 30 min	é iniciado a partir de 45 min
83	12	dispersora, nas	dispersora, estabilizando-se ao redor dos 90 min, nas
84	4	Ra^{2+}	Ra^{2+}
84	5	do tempo.	do tempo (0,09 U·pH para a solução em Ra^{2+} e 0,05 U·pH para o

			controle).
84	8	Em pH 3,5 foi detectada a partir de 30 minutos e em pH 5,0 a adsorção foi observada a partir de 15 minutos.	Em pH 3,5 foi detectada a partir de 30 minutos (com tempo de equilíbrio iniciando em 45 minutos) e em pH 5,0 a adsorção foi observada a partir de 15 minutos (com o início do tempo de equilíbrio em 45 minutos).
84	21	reação.	reação e o pH do meio de reação.
84	26	metais.	metais em valores de pH superiores a 4,0.
84	27	Em estudo anterior realizado utilizando biomassas de <i>Synechococcus</i> PCC7942, foi demonstrado que o principal ao grupo envolvido na adsorção de Ca^{2+} é o carboxila (R-COO-) e que este sítio torna-se ionizável a partir de pH entre 4,0 (DITTRICH; SIBLER, 2006). Considerando que o Ca^{2+} apresenta uma conformação próxima a do Ra e observamos uma adsorção nessa faixa de pH, podemos relacionar a adsorção de Ca^{2+} ao grupo carboxila.	Em estudo realizado anteriormente, Dittrich e Sibling (2006), avaliaram a bioadsorção de Ca^{2+} em função do pH e da concentração desse íon por biomassas de <i>Synechococcus</i> PCC7942. Foi demonstrado que o principal grupo funcional (ligante de metal) envolvido na bioadsorção de Ca^{2+} é o carboxila (R-COO-) e que este sítio torna-se ionizável a partir de pH entre 4,0 e 5,2, em conformidade com o intervalo de valores encontrados para seu pKa. Portanto, a bioadsorção de Ca^{2+} é fortemente dependente do pH do meio de reação e a bioadsorção desse íon pode ser modelado levando-se em consideração apenas dois mecanismos: troca iônica e complexação.

O cálcio e o rádio são elementos do Grupo II da tabela

periódica, os alcalinos terrosos, e seus íons, Ca^{2+} e Ra^{2+} , apresentam comportamento químico similar em solução aquosa. Considerando que observamos um aumento na quantidade de Ra^{2+} removido da solução na faixa de pH entre 3,0 e 5,0, podemos relacionar a adsorção desse íon ao grupo carboxila.