



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



**TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº 0 7/14**  
**DE 31 DE outubro DE 2014.**

**Processo nº: 25100.011.264/2014-03**

**1 - Identificação**

**1.1 - Título do Projeto:**

Remoção de toxinas intra e extracelulares em água de abastecimento a partir de processos associados de flotação e adsorção em nanotubos de titanato e bentonita.

**1.2 - Objetivo:**

Este projeto de pesquisa tem como finalidade principal, avaliar matrizes de adsorção de cianotoxinas, especificamente microcistinas e saxitoxinas, associando este processo à tecnologia de flotação por ar dissolvido (FAD). Estudos na literatura demonstram que a FAD pode ser considerada uma tecnologia promissora quanto à remoção de células de cianobactérias e, portanto, de toxinas intracelulares, mostrando-se, no entanto, ineficiente quanto à remoção de toxinas extracelulares (dissolvidas). O processo de adsorção, normalmente com carvão ativado, por sua vez, mostra-se eficaz na remoção desses compostos dissolvidos. A proposta deste estudo visa associar as duas tecnologias (FAD e adsorção) em um mesmo sistema e em sistemas sequenciais, utilizando matrizes de adsorção de baixo custo, como os nanotubos de titanato ou que se utilizam de materiais residuais de outras atividades, como a bentonita.

**2- UG/Gestão-Repassadora e UG/Gestão-Recebedora**

**2.1 – UG/Gestão repassadora:**

Ministério da Saúde / Fundação Nacional de Saúde / FUNASA

**UG:**255000 **Gestão:** 36211 **CNPJ:** 26.989.350/0001-16

**Endereço:** SAS QD 04 Bl. N – Edifício sede – Brasília- DF CEP: 70-070-040

**Nome do responsável:** Antônio Henrique de Carvalho Pires **CPF:** 767.810.894-04

**RG/Órgão expedidor:** 2951610 – SSP/PI **Cargo/Função:** Presidente

**Ato ou decreto de nomeação / data:** Portaria nº 300, de 17 de abril de 2014, publicada no DOU nº 75, de 22/04/2014, página 1.

**2.2 – UG/Gestão Recebedora**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**UG:** 153019 **Gestão:** 15246 **Conta Única** **CNPJ:** 75.101.873/0008-66

**Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165 - Curitiba-PR

**CEP:** 80320-901

**Nome do responsável:** Carlos Eduardo Cantarelli **CPF:** 357.695.219-53

**RG:** 1.913.170-0/**Órgão expedidor:** SESP-PR **Cargo/Função:** Reitor

**Ato ou decreto de nomeação / data:** Decreto de 04 de julho de 2012

**EM BRANCO**

### 3- Justificativa:



#### 3.1- Motivação/ Clientela

O acesso à água limpa é fundamental para o bem estar do ser humano, mas encontrá-la com características aceitáveis ao consumo tem se tornado cada vez mais difícil. De acordo com dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development), em um prospecto para o ano de 2050, é esperado que a qualidade da água superficial venha a se tornar ainda pior nas próximas décadas em função do aporte de nutrientes nos corpos hídricos, tanto em decorrência das práticas de agricultura como da baixa qualidade do tratamento das águas residuárias, ou falta de coleta desses efluentes, bem como a urbanização nas margens dos mananciais de forma desordenada. Com essa projeção, estima-se que o número de lagos com eventos de floração de cianobactérias tende a aumentar em cerca de 20% até a metade deste século (OECD, 2012), tendo-se, portanto, um aumento na concentração de metabólitos celulares, como cianotoxinas, nas suas formas intra e extracelulares. A proliferação de cianobactérias tóxicas em lagos e reservatórios eutrofizados tem se tornado cada vez mais frequente nos últimos anos em diversos países ao redor do mundo (Bowling, 2010; Stumpf et al., 2012; Sotton et al., 2012; Atoui; Hafez; Slim, 2012), inclusive no Brasil (Carvalho et al., 2008; Sa et al., 2010; Piccin-Santos; Bittencourt-Oliveira, 2012). De acordo com levantamento realizado por Brandão (2008), espécies dos gêneros *Microcystis* e *Cylindrospermopsis* são normalmente as mais observadas em eventos de floração em mananciais brasileiros. Dos metabólitos produzidos pelas cianobactérias, a presença de cianotoxinas é indesejável, uma vez que estas moléculas são altamente solúveis em água e não são passíveis de remoção por processos convencionais de tratamento quando dissolvidas (Bartram et al., 1999; Teixeira; Rosa, 2007). Devido às características de baixa sedimentabilidade das células de cianobactérias, a flotação por dissolvido (FAD) se mostra uma tecnologia viável para o tratamento de águas com elevada densidade de células, de forma a garantir a remoção das mesmas em um menor tempo (Edzwald, 2010). Entretanto, a remoção de toxinas dissolvidas não é facilmente obtida, o que pode ser associado ao baixo peso molecular dessas substâncias (Teixeira; Rosa, 2007), implicando na necessidade de processos complementares de tratamento. A adsorção, principalmente com o uso de carvão ativado, é um processo que se mostra eficiente na retenção de uma série de compostos, inclusive cianotoxinas. Obtido a partir do titânio, nanotubos de titanato (TiNTs) têm se destacado por serem materiais de baixo custo, facilmente produzidos em larga escala por tratamento hidrotérmico alcalino, podendo ser obtido na forma protonada ( $H_2Ti_3O_7$ ) por simples lavagem com solução diluída de HCl (Bavykin; Friedrich; Walsh, 2006). A bentonita, por sua vez, é a designação dada à uma mistura de argilas geralmente impura, de grãos muito finos. O único tratamento necessário antes de sua utilização é um tratamento térmico, sendo este de fácil manipulação e custo não tão alto. Além disso, apresenta uma série de vantagens na sua utilização como adsorvente: baixo custo, disponibilidade, acessibilidade, seletividade e eficiência comparada com outros adsorventes naturais e sintéticos. Também apresenta propriedades intrínsecas que devem ser destacadas como a elevada área de superfície específica, excelente estabilidade física e química e várias outras propriedades estruturais e de superfície. Considerando a eficiência de ambos

A handwritten signature or mark, possibly a stylized 'A' or similar character, located at the bottom right of the page.

A small handwritten mark or signature at the bottom right corner of the page.

**EM BRANCO**

os processos, a aplicação de adsorventes (nanotubos de titanato e bentonita) associado à FAD pode ser considerada uma tecnologia emergente para a remoção de microcontaminantes, neste caso cianotoxinas, visando a potabilização de águas superficiais com presença de cianobactérias e toxinas dissolvidas.

Esta pesquisa tem como público alvo/clientela, a população que é abastecida a partir de reservatórios em que a presença de cianobactérias e cianotoxinas é identificada, e podem ter a água potável contaminada por estes metabólitos devido à baixa eficiência do tratamento empregado. Além disso, a pesquisa contará com a participação de alunos de graduação e pós-graduação do Departamento de Química e Biologia da UTFPR-Câmpus Curitiba, e alunos do curso de Química do CEFET-MG e de Engenharia Química da UEM-PR.

**3.2- Cronograma físico:**

Meta	Etapa/Fase	Especificação	Indicador Físico		Previsão de Execução	
			Unidade de Medida	Qtd	Início	Término
<b>1</b>	<b>Fabricação e caracterização dos materiais adsorventes</b>				<b>09/2014</b>	<b>02/2015</b>
	Fabricação dos nanotubos de titanato	Produção de nanotubos de titanato por tratamento hidrotérmico alcalino	Produto	1	09/2014	10/2014
	Caracterização dos nanotubos de titanato	Caracterização por Microscopia eletrônica de transmissão(MET), Microscopia eletrônica de varredura (MEV), Difração de raio-x, Espectroscopia Raman, Análise termogravimétrica, Isoterma de adsorção/ dessorção de nitrogênio	Tipo de análise	6	11/2014	12/2014
	Preparação da bentonita	Calcinação da bentonita em temperaturas de 500 a 700 °C por um período de 6 horas	Produto	1	11/2014	12/2014
	Caracterização da bentonita	Caracterização por Microscopia eletrônica de transmissão(MET), Microscopia eletrônica de varredura (MEV), Difração de raio-x, Espectroscopia Raman, Análise termogravimétrica,	Tipo de análise	6	01/2015	02/2015

**EM BRANCO**

		Isoterma de adsorção/dessorção de nitrogênio				
<b>2</b>	<b>Cultivo de cianobactérias e extração de cianotoxinas</b>				<b>09/2014</b>	<b>06/2016</b>
	Cultivo de <i>Microcystis aeruginosa</i>	Cultivo de células de <i>M. aeruginosa</i> em condições controladas de temperatura, aeração e luminosidade	Número de inoculações	60	09/2014	06/2016
	Extração de cianotoxina - microcistinas	Extração de microcistinas a partir das células <i>M. aeruginosa</i> cultivadas em laboratório de forma a obter uma solução padrão para a realização dos ensaios com toxina dissolvida	Número de extrações	10	09/2014	06/2016
	Cultivo de <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Cultivo de células de <i>C. raciborskii</i> em condições controladas de temperatura, aeração e luminosidade	Número de inoculações	60	09/2014	06/2016
	Extração de cianotoxina - saxitoxinas	Extração de saxitoxinas a partir das células <i>C. raciborskii</i> cultivadas em laboratório de forma a obter uma solução padrão para a realização dos ensaios com toxina dissolvida	Número de extrações	10	09/2014	06/2016
<b>3</b>	<b>Validação de metodologia para detecção e quantificação de cianotoxinas</b>				<b>09/2014</b>	<b>03/2015</b>
	Validação de metodologia para quantificação de microcistinas	Implementação do método cromatográfico (HPLC - DAD) para identificação e quantificação de microcistina-LR a partir de padrão certificado e validação da metodologia	Método	1	09/2014	12/2014




**EM BRANCO**



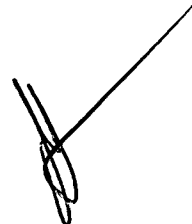
	Validação de metodologia para quantificação de saxitoxinas	Implementação do método cromatográfico (HPLC - Fluorescência) para identificação e quantificação de saxitoxinas a partir de padrão certificado e validação da metodologia	Método	1	12/2014	03/2015
<b>4</b>	<b>Ensaio preliminares de adsorção</b>				<b>03/2015</b>	<b>06/2015</b>
	Ensaio preliminares de adsorção com nanotubos de titanato e azul de metileno	Ensaio cinéticos preliminares para caracterização dos nanotubos de titanato quanto a capacidade de adsorção de compostos	Número de experimentos	30	03/2015	04/2015
	Ensaio preliminares de adsorção com nanotubos de titanato e microcistinas	Ensaio cinéticos para caracterização dos nanotubos de titanato quanto a capacidade de adsorção de microcistinas, considerando-se diferentes concentrações de toxina e material adsorvente	Número de experimentos	30	03/2015	04/2015
	Ensaio preliminares de adsorção com nanotubos de titanato e saxitoxina	Ensaio cinéticos para caracterização dos nanotubos de titanato quanto a capacidade de adsorção de saxitoxinas, considerando-se diferentes concentrações de toxina e material adsorvente	Número de experimentos	30	03/2015	04/2015
	Ensaio preliminares de adsorção com bentonita e azul de metileno	Ensaio cinéticos preliminares para caracterização da bentonita quanto à capacidade de adsorção de compostos	Número de experimentos	30	05/2015	06/2015
	Ensaio preliminares de adsorção com bentonita e	Ensaio cinéticos para caracterização da bentonita quanto à capacidade de	Número de experimentos	30	05/2015	06/2015

**EM BRANCO**

	microcistinas	adsorção de microcistinas, considerando-se diferentes concentrações de toxina e material adsorvente				
	Ensaio preliminar de adsorção com bentonita e saxitoxina	Ensaio cinético para caracterização da bentonita quanto à capacidade de adsorção de saxitoxinas, considerando-se diferentes concentrações de toxina e material adsorvente	Número de experimentos	30	05/2015	06/2015
<b>5</b>	<b>Ensaio preliminar de flotação por ar dissolvido</b>				<b>05/2015</b>	<b>08/2015</b>
	Ensaio preliminar de flotação por ar dissolvido com células de <i>M. aeruginosa</i>	Ensaio para caracterização das condições operacionais do sistema de flotação por ar dissolvido, utilizando-se água sintética e células de <i>M. aeruginosa</i>	Número de experimentos	30	05/2015	06/2015
	Ensaio preliminar de flotação por ar dissolvido com células de <i>C. raciborskii</i>	Ensaio para caracterização das condições operacionais do sistema de flotação por ar dissolvido, utilizando-se água sintética e células de <i>C. raciborskii</i>	Número de experimentos	30	07/2015	08/2015
<b>6</b>	<b>Elaboração do relatório parcial</b>				<b>07/2015</b>	<b>08/2015</b>
		Redação e entrega do Relatório Parcial com os dados da pesquisa obtidos até o momento	Relatório	1	07/2015	08/2015
<b>7</b>	<b>Ensaio conjunto de FAD e adsorção</b>				<b>09/2015</b>	<b>02/2016</b>
	Ensaio conjunto de FAD e adsorção - células de <i>M. aeruginosa</i> e nanotubos de titanato	Ensaio considerando a adição dos nanotubos de titanato nos tanques de flotação juntamente com a água contendo células de <i>M. aeruginosa</i> , visando a aplicação do	Número de experimentos	40	09/2015	11/2015

**EM BRANCO**

		material adsorvente como uma etapa de pré-tratamento				
	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>C. raciborskii</i> e nanotubos de titanato	Ensaio considerando a adição dos nanotubos de titanato nos tanques de flotação juntamente com a água contendo células de <i>C. raciborskii</i> , visando a aplicação do material adsorvente como uma etapa de pré-tratamento	Número de experimentos	40	09/2015	11/2015
	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>M. aeruginosa</i> e bentonita	Ensaio considerando a adição da bentonita nos tanques de flotação juntamente com a água contendo células de <i>M. aeruginosa</i> , visando a aplicação do material adsorvente como uma etapa de pré-tratamento	Número de experimentos	40	12/2015	02/2016
	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>C. raciborskii</i> e bentonita	Ensaio considerando a adição da bentonita nos tanques de flotação juntamente com a água contendo células de <i>C. raciborskii</i> , visando a aplicação do material adsorvente como uma etapa de pré-tratamento	Número de experimentos	40	12/2015	02/2016
<b>8</b>	<b>Ensaio sequenciais de FAD e adsorção</b>				<b>02/2016</b>	<b>07/2016</b>
	Ensaio sequenciais de FAD e adsorção - células de <i>M. aeruginosa</i> e nanotubos de titanato	Ensaio visando avaliar alterações na performance na capacidade de adsorção de microcistinas pelos nanotubos de titanato quando empregados sequencialmente ao processo de	Nº de experimentos	40	02/2016	04/2016




EM BRANCO

	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>C. raciborskii</i> e nanotubos de titanato	flotação Ensaio visando avaliar alterações na performance na capacidade de adsorção de saxitoxinas pelos nanotubos de titanato quando empregados sequencialmente ao processo de flotação	Número de experimentos	40	02/2016	04/2016
	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>M. aeruginosa</i> e bentonita	Ensaio visando avaliar alterações na performance na capacidade de adsorção de microcistinas pela bentonita quando empregada sequencialmente ao processo de flotação	Número de experimentos	40	05/2016	07/2016
	Ensaio conjuntos de FAD e adsorção - células de <i>C. raciborskii</i> e bentonita	Ensaio visando avaliar alterações na performance na capacidade de adsorção de saxitoxinas pela bentonita quando empregada sequencialmente ao processo de flotação	Número de experimentos	40	05/2016	07/2016
<b>9</b>	<b>Confecção de artigos técnico-científicos</b>				<b>07/2015</b>	<b>07/2016</b>
		Confecção de artigos científicos para eventos e publicação em periódicos nacionais e internacionais	Número de artigos	4	07/2015	07/2016
<b>10</b>	<b>Elaboração do relatório final</b>				<b>07/2016</b>	<b>09/2016</b>
		Elaboração e entrega de relatório contendo os resultados obtidos com o decorrer da pesquisa	Relatório	1	07/2016	09/2016

**4 - Relação entre as Partes:**

**EM BRANCO**



**I - Compete a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA:**

- a. Descentralizar os créditos orçamentários e repassar os respectivos recursos financeiros necessários à execução do projeto descrito no item 1.1, em consonância com os itens 5.1 e 5.3 acordados neste instrumento;
- b. Acompanhar o desenvolvimento do projeto de pesquisa conforme cronograma físico item 3.2, previsto neste instrumento, juntamente com a Gestão recebedora;
- c. Designar técnico da Coordenação de Pesquisas e Desenvolvimento tecnológico/ COPET do Departamento de Saúde ambiental/DESAM para acompanhar a execução desta cooperação;
- d. Prorrogar de ofício a vigência do instrumento antes do seu término, quando der causa a atraso na descentralização dos créditos orçamentários, limitada à prorrogação ao exato período de atraso verificado (Portaria Interministerial nº507, de 24.11.2011);
- e. Zelar pelo fiel cumprimento de todos os itens constantes neste instrumento.

**II – Compete a Universidade Tecnológica Federal do Paraná:**

- a. Proporcionar suporte administrativo, técnico, financeiro e humano para o necessário e fiel cumprimento do projeto de pesquisa, conforme cronograma físico, item 3.2, acordado neste instrumento;
- b. Aplicar os recursos discriminados exclusivamente na consecução do objeto deste Termo de Cooperação, respeitando a forma e prazos estabelecidos;
- c. Indicar servidor para coordenar as atividades referentes a este Termo de Cooperação em seu âmbito;
- d. Coordenar e executar fielmente o cronograma de atividades inserido no cronograma físico conforme item 3.2, apresentado neste instrumento;
- e. Executar fielmente o que está ajustado como suas obrigações com zelo, dedicação, boa técnica e com integral obediência às normas emanadas no presente Termo de Cooperação, assim como possíveis ajustes advindos de acordo entre as partes, com vistas ao bom andamento do Projeto;
- f. Apresentar relatórios semestrais das atividades realizadas conforme cronograma de execução;
- g. Manter a FUNASA informada sobre qualquer eventos que dificultem ou interrompam o curso normal da execução do projeto;
- h. Permitir e facilitar à FUNASA o acesso a toda documentação, dependências e locais do projeto;
- i. Realizar compras de materiais e contratação de serviços com base nos procedimentos estabelecidos na Lei nº 8.666/1993;
- j. Assumir todas as obrigações legais decorrentes de contratações necessárias à execução do projeto;
- k. Incluir em sua prestação de contas anual os recursos e as atividades objeto deste Termo de cooperação; e
- l. Zelar pelo fiel cumprimento de todos os itens constantes neste instrumento.

**5 - Previsão Orçamentária**





9	Bomba de vácuo isenta de óleo modelo R-TE-0582	2	un.	1.400,00	2.800,00
10	Bomba peristáltica	1	un.	6.800,00	6.800,00
11	Geladeira com degelo automático	2	un.	1.400,00	2.800,00
12	Microscópio óptico Olympus	1	un.	3.000,00	3.000,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 148.000,00</b>

**5.3-Cronograma de Desembolso:**

Parcela	Período	Valor (R\$ 1,00)
1ª	10/2014	148.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 148.000,00</b>

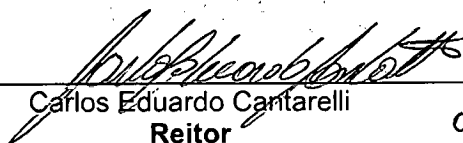
**6. Vigência**

O período de vigência do presente Termo será de **02 (dois) anos**, contados da data de sua assinatura, podendo ser prorrogado, a critério das partes, mediante assinatura de Termo Aditivo Simplificado.

**7 - Data e Assinaturas**

**7.1- Proposta – Gestão Receptora:**

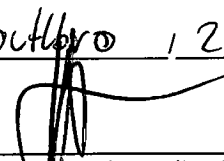
Curitiba/PR, 08, outubro, 2014

  
 Carlos Eduardo Cantarelli  
 Reitor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
 Carlos Eduardo Cantarelli  
 Reitor  
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**7.2- Aprovação – Gestão Repassadora:**

Brasília/DF, 31, outubro, 2014

  
 Antonio Henrique de Carvalho Pires  
 Presidente  
 Fundação Nacional de Saúde - FUNASA