



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESPECIAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DO
MANANCIAL BILLINGS: APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA DIGESTÃO
AMOSTRAL PARA FINS ANALÍTICOS E NA PROPOSTA DE REMEDIAÇÃO**

Renata Bazante Yamaguishi

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de Tecnologia
Nuclear - Aplicações**

**Orientador:
Prof. Dr. José Eduardo Manzoli**

**São Paulo
2013**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**ESPECIAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DO
MANANCIAL BILLINGS: APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA DIGESTÃO
AMOSTRAL PARA FINS ANALÍTICOS E NA PROPOSTA DE REMEDIAÇÃO**

Renata Bazante Yamaguishi

Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de Tecnologia
Nuclear - Aplicações

Orientador:
Prof. Dr. José Eduardo Manzoli

Versão Corrigida
#

São Paulo
2013

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu bem mais precioso:
meu filho Christian Yukio Bazante Yamaguishi
“Quando uma porta se fecha, pode ter certeza que outra sempre estará pronta para ser
aberta é só não desistir! Filho, a mamãe nunca desistiu desse sonho!!”

Agradecimentos

A Deus pelo dom da vida, da sabedoria, perseverança e amor: sem ele nada seria possível. Obrigada por ter me guiado e ter me dado forças para enfrentar os obstáculos que passei nessa minha jornada. “O senhor é o meu pastor e nada me faltará”.

Meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho. Em especial:

Ao curso de Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN pelo conhecimento proporcionado.

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio da bolsa de treinamento técnico (Processo No. 2012/04257-3, vinculada ao Processo No. 2011/23426-8).

Ao prof. Dr. José Eduardo Manzoli, ser humano grandioso e um exemplo de profissional dedicado e íntegro no que faz. Foi meu amigo e orientador num momento em que eu mais precisava. Obrigada por acreditar na minha capacidade, depositando sua confiança e respeito no meu trabalho. Espero que o futuro permita que trabalheemos juntos muitas outras vezes, pois acredito na sua força interior instintiva. Essa força ainda será propagada em todo seu ser e o tornará mais grandioso como o universo.

À profa. Dra. Áurea Beatriz Cerqueira Geraldo pela acolhida carinhosa, pela sua bondade, simplicidade, generosidade e principalmente pelo incentivo incondicional e imponderável talento para ensinar!! Obrigada por transmitir seus conhecimentos, suas valiosas discussões, dedicação constante e sugestões a este trabalho... sei que essas palavras não pagam pelo que você fez por mim!! Meu coração será eternamente grato! Que Deus a abençoe e toda sua família!

Ao meu esposo Sergio Hideo Yamaguishi, companheiro de todas as horas, pela paciência, respeito, confiança, amizade e compreensão dedicados ao longo desses quinze anos de caminhada. Saiba que você foi essencial na concretização desse sonho!

Ao meu pai Luiz Teixeira Rodrigues e minha mãe Maria da Conceição Bazante Rodrigues, vocês são tudo na minha vida!! Sem o apoio e carinho de vocês, tudo seria muito mais difícil pra mim! Obrigada por cuidar e ajudar a educar o meu bem mais precioso. Vocês são exemplos de dedicação e amor! Que Deus os abençoe!!

Aos meus irmãos Raquel Bazante Rodrigues e Luiz Schaller Rodrigues pelo apoio incondicional, carinho, vibrações positivas e mesmo estando longe, ainda puderam me ajudar nas revisões no idioma inglês. Muito obrigada!

Ao Dr. Wilson Aparecido Calvo e Dra. Margarida Mizue Hamada, gerentes responsáveis pelo Centro Tecnológico das Radiações (CTR), pelo constante apoio, respeito, carinho e confiança no meu trabalho e, sobretudo por transmitirem a dedicação à pesquisa, além da seriedade, a humildade e a generosidade com os alunos e funcionários do Instituto. Registro aqui o meu respeito e admiração por vocês dois!

Aos funcionários, pesquisadores do IPEN (CTR) que pude trabalhar e compartilhar conhecimentos técnicos de grande valia, além do carinho e amizade: Eduardo Moura, MSc. Hiroshi Oikawa, Carlos Gaia da Silveira, Paulo de Souza Santos, MSc. Samir Luiz Somessari, Elizabeth S. R. Somessari, Hélio Antônio Paes, Carlos A. Medeiros, MSc. Cyro Enokihara, Marcos Cardoso, Cláudia R. Nolla, Francisco Sprenger e os Doutores Nelson Minoru Omi, Leonardo Gondin, Yasko Kodama, Celina Duarte e Luci Diva Brocardo Machado. Do CQMA: Marcos Antônio Hortellani, Helena Miho Shihomatsu, Maurício Hiromitu Kakazu e Alder S. Pereira. De alguma forma, todos contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Aos alunos e ex-alunos do IPEN: Jessica Raquel Cardoso, Camila Pedrozo, Clécia Souza, Ana Cláudia Damião Guedes, Alinézia Reis, Fernando Codelo, Amanda Koike, Ana Carolina Russo, Flávio Tihara, João F. Trencher Martins e Robinson Alves dos Santos pelo convívio divertido e harmonioso, em que o companheirismo foi soberano a qualquer diferença nessa caminhada.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia de Materiais - CCTM do IPEN pelo apoio e análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Aos pesquisadores e funcionário do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, em especial ao Dr. Ricardo César Aoki Hirata, Dr. Fernando Augusto Saraiva, Veridiana Martins e Paulo Lima, muito obrigada pelo tempo e atenção, auxílio nas coletas, troca de experiência, apoio e amizade.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto de Pesca, em especial a Dra. Luciana Carvalho Bezerra de Menezes e Paula Maria Gênova de Castro e MSc. Lidia Marayuma, Ocimar Pedro, Cibele dos Santos e Tom Simões.

À Dra. Adriana Sacioto Marcantonio, pesquisadora científica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Pólo Regional de Pindamonhangaba, por acreditar no meu trabalho e profissionalismo. Exemplo de dedicação e apoio no desenvolvimento da pesquisa científica em nosso país. Obrigada pelo carinho e amizade durante esses anos.

À Dra. Rosely Imberon da Escola de Artes Ciência e Humanidade da Universidade de São Paulo, pela experiência em campo e amizade.

Ao Prof. Dr. Eduardo Landulfo, meu carinho e admiração pelo ser humano incrível que pude perceber, além do profissional competente e digno de seus méritos. Quero cultivar nossa amizade e quem sabe um futuro poder trabalhar contigo.

Ao prof. Mark Lofrese pelas valiosas dicas e ensinamento da língua inglesa. Você foi genial!!!

Ao físico e amigo Paulo Afonso G. Fessel pelo carinho e apoio durante o projeto, além da ajuda fundamental nas traduções e revisões na língua inglesa...Serei eternamente grata!!

Ao Sr. Albano (motorista do IPEN) e o Sr. Nunes do CTR que tanto me ajudaram durante as coletas de amostras! Obrigada pelo companheirismo, apoio, respeito e pela amizade.

À amiga, incentivadora e perseverante Edna Maria Alves, bibliotecária do IPEN. Ainda no início de meus estudos, você havia se tornado uma pessoa especial na concretização da minha formação profissional. Não tenho palavras pra lhe dizer o quanto sou grata pelo que me fez, além de ter me proporcionado muitas alegrias. Obrigada por tudo!!

Meus amigos da Ilha do Bororé: Márcia M. Silva, Jacqueline Penha Ribeiro, Sergio Milani, Dona Antônia Maria da Silva, Sr. João da Silva, Patrícia Dias, Janaina Duarte, Admir de Souza (Mi), Marlene Silva, Donizete Casemiro, Sr. Antônio Duarte e Dona Antônia Duarte, Sr. Sérgio Rodrigues (Sérginho), Sr. José Feliciano, Sr. José Renaldo e todos os pescadores e seus familiares.

O meu reconhecimento aos esforços e profissionalismo somado à minha experiência profissional, crescimento intelectual e pessoal: Dra. Juliana de Souza Azevedo, Rackel Reis, Priscila Finni, MSc. Giovanna Teixeira Gimiliani, Tatiana Matias e MSc. Talita de Oliveira.

O meu respeito, carinho e admiração aos meus amigos que fiz durante minha jornada acadêmica: MSc. Renata Medeiros Lobo Müller, Ernesto Diaz, Saulo Kann, Milana Rocha, Cláudio Yokoo, Luciana Domingues Fiorita, Renata Reiko Suzuki, Daniele Bretanha, Dr. Marcelo Pisetta, Diego Hiroshi Nohal Tanikawa, Milton Katsumi Sasaki e MSc. Anibal Mucchimbane.

A todos familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho.

*“Vós sois o sal da terra; e se o sal for insípido, com que se há de salgar?
Para nada mais presta senão para se lançar fora, e ser pisado pelos homens”.*

Matheus 5:13

ESPECIAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DO MANANCIAL BILLINGS: APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA DIGESTÃO AMOSTRAL PARA FINS ANALÍTICOS E NA PROPOSTA DE REMEDIAÇÃO

Renata Bazante Yamaguishi

RESUMO

A represa Billings é o maior manancial superficial do Estado de São Paulo cuja importância está ligada ao abastecimento público, à geração de energia, à pesca, à recreação e ao lazer para a cidade de São Paulo e os municípios da sua região metropolitana. Nos últimos anos essa região vem sofrendo grande impacto ambiental. Apesar de ser uma APA (Área de Proteção Ambiental), há no entorno da represa, vários tipos de assentamentos cujas famílias utilizam para o seu consumo a água proveniente de poços situados, muitas vezes, a poucos metros da represa, já que inexistente o acesso à rede de saneamento básico (tratamento de água e esgoto em rede pública). De acordo com relatórios de entidades governamentais, observa-se que a espécie química alumínio está presente nas águas da represa em valores acima do permitido, o que gera preocupações relacionadas à contaminação do meio ambiente e à saúde da população; por outro lado, há poucas informações sobre a qualidade das águas subterrâneas da região. Considerando-se essa deficiência de informações, este trabalho teve como objetivo investigar a possível contaminação de poços, partindo da aplicação de um programa criado – o PAMQUÁ[®] - que auxiliou e direcionou à tomada de decisão a um determinado contaminante de risco à saúde humana encontrado na água e como o uso da radiação ionizante pôde ser aplicada no beneficiamento de diagnóstico químico e em solução para tratamento específico. Dessa forma, pôde-se ter o respaldo de que a espécie química alumínio é o principal contaminante daquelas águas superficiais. Como os íons alumínio são susceptíveis à complexação por substâncias orgânicas, o processo de irradiação ionizante como etapa de pré-tratamento para a determinação analítica foi um processo inovador e que foi aplicado em dois tipos de amostra: 1) amostras de água padronizadas contendo ácido húmico, que é o tipo de matéria orgânica que ocorre com frequência em águas subterrâneas e 2) amostras de água coletadas dos poços da região estudada. O processo de irradiação permitiu a redução do teor de matéria orgânica e a mineralização dessas amostras, contribuindo com dados inéditos sobre o teor de alumínio. Finalmente, foi desenvolvido um novo material - uma membrana polimérica seletiva modificada por radiação – que propõe a remediação do alumínio na água.

**SPECIATION OF ALUMINUM IN GROUNDWATER ON BILLINGS DAM
AREA: APPLICATIONS OF THE IONIZING RADIATION FOR DIGESTING OF
WATER SAMPLES AND PROPOSAL OF REMEDIATION**

Renata Bazante Yamaguishi

ABSTRACT

The Billings dam is the largest source of water in São Paulo state, whose its importance to São Paulo city and its metropolitan region is closely linked to the public water supply, power generation, fisheries, recreation and leisure. In recent years, the dam region has suffered high environmental impact. Although it is an EPA (Environmental Protection Area), there are in dam surroundings several types of settlements, whose families use water from wells often located a few meters from the dam, once does not have their access to the sanitation (public water and sewage treatment). In accordance to the reports of governmental entities, the aluminum is present in the dam water and its concentration exceeds the permissible values, which raises concerns related to contamination of the environment and the health of the population; by the other side, no information exists about the ground water quality in this region. Considering this deficit of information, the main goal of this work was the investigation of ground water of a potential contamination, based on a new program – PAMQUÁ® - which supported and drove the decision making of a specific contaminant with risk to human health found in water and how the use of ionizing radiation can be applied for processing of chemical diagnose and for specific treatment solution. By this way, it was possible to have support that the chemical specie of aluminum is the main contaminant of that surface water. As aluminum ions are susceptible to organic matter complexation, the ionizing irradiation process applied as pre-treatment step in an analytical determination was an innovative procedure and it covered two kinds of sample: 1) standard water samples containing humic acid, that is the more common type of organic matter in ground water and 2) natural water samples from wells of studied region. The irradiation process allowed the decreasing of the organic matter levels and the mineralization of these water samples contributing with unpublished data about the contents of aluminum. Finally, a new material was developed – a selective polymeric membrane modified by radiation – that suggests the aluminum mitigation in water.

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

