

Segregação e Acondicionamento de Produtos Químicos: Implantação de um Sistema Seguro na Área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica – Instituto Butantan

Júlio Pacheco Carlstron^a, Denise Ceravolo Verreschi^a, Isabel de Fátima Correia Batista^a, Beatriz de Moura Tsubouchi^a, Bianca Cunha Guimarães de Abreu^b, Debora Mastantuno^b, Debora Tibana Ito^b, Pamella Wildmann Ramos^a, Nara Luiza Szczygiel^c, Ana Marisa Chudzinski-Tavassi^a, Jose Arnaldo Cruz^c, Giovana Cappio Barazzone^d, Sonia Aparecida de Andrade^{a,*}

^aLaboratório de Bioquímica e Biofísica, Instituto Butantan, Avenida Vital Brasil, 1500, 05503-900, São Paulo – SP, Brasil.

^bGerência de Meio Ambiente, Instituto Butantan, Avenida Vital Brasil, 1500, 05503-900, São Paulo – SP, Brasil.

^cDivisão de Engenharia e Arquitetura, Instituto Butantan, Avenida Vital Brasil, 1500, 05503-900, São Paulo – SP, Brasil.

^dCentro de Biotecnologia, Instituto Butantan, Avenida Vital Brasil, 1500, 05503-900, São Paulo – SP, Brasil.

Article history: Received: 09 June 2016; accepted: 30 June 2016. Available online: 30 June 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v8i3.874>

Abstract: Increasingly the production of chemical products has been made necessary and consequently there is a rise in the exposition to these materials and to its correlate effects, like operational risks, to the health and to the environment. In this way the segregation and storage programs of chemical products is extremely important. In face of this fact the Protein Chemistry Facility has established a safe handling and storage system for chemical products with the purchase/improvement of individual and collective protection equipment, making abridged safety records, structuring a proper area for keeping chemical products regarding compatibility and capacitation of related personnel. All these actions aim at the safety and well-being of all people on the area, plus minimization of environmental risks.

Keywords: chemical products; security chemistry; segregation; storage

1. INTRODUÇÃO

A produção e o uso de produtos químicos são indispensáveis para o bem-estar de uma vida saudável, e cada vez mais são essenciais para o desenvolvimento global, pois envolve importantes aspectos econômicos, tecnológicos e científicos.

O aumento da exposição de todos os seres a variados produtos químicos é uma das consequências da gigantesca produção que se justifica pela satisfação das necessidades da vida civilizada [1]. De acordo com o Chemical Abstracts Service (CAS), órgão mundial responsável pela informação a respeito de substâncias químicas, há aproximadamente 100 milhões de substâncias conhecidas [2].

Segundo a Organização Internacional do

Trabalho (OIT), muitos trabalhadores que atuam nos segmentos da indústria ou em laboratórios químicos são expostos a situações de risco inerentes aos produtos químicos por eles utilizados. Esta exposição pode causar vários efeitos adversos à saúde além de perigos físicos e danos ambientais. Alguns aspectos como a delimitação de áreas de segurança química, as regulamentações e a gestão de reagentes são algumas ações adotadas para amenizar os possíveis efeitos negativos proporcionados pelo uso, manuseio, armazenamento, transporte e disposição de substâncias perigosas [3].

O inerente potencial de risco envolvido no manuseio de substâncias químicas aumenta a necessidade de capacitação de pessoal e da implementação de programas eficientes de gestão

*Corresponding author. E-mail: sonia.andrade@butantan.gov.br

racional de tais substâncias. Esses programas, que devem envolver tanto as indústrias químicas quanto as autoridades competentes, têm por meta evitar danos relacionados à segurança e saúde de trabalhadores, população e meio ambiente [4].

O Sistema Mundial Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, com sigla do inglês - GHS - The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, exemplifica uma gestão racional de produtos químicos. Um dos objetivos desse sistema é tornar a comunicação eficiente, pois, através dos rótulos de produtos e reagentes são divulgadas informações a respeito dos riscos químicos em diversos locais e situações, tais como armazenamento e manuseio em ambiente de trabalho, transporte, descarte e também sobre os eventuais danos causados às pessoas, animais e ao meio ambiente [5].

Para tornar o processo de identificação do risco mais rápido e eficiente, a *National Fire Protection Association* (NFPA) desenvolveu uma simbologia denominada Diagrama de Hommel, Diamante do Perigo ou Diamante de Risco [6]. Embora ainda não seja obrigatória por lei, esta simbologia que já vem sendo adotada em diversos países e tornou possível a identificação, qualificação e quantificação dos riscos dos reagentes através de um sistema de cores e números. Dessa forma, o Diagrama de Hommel aliado aos dados contidos na Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico (FISPQ) se tornam uma ferramenta eficaz neste processo [3].

Os acidentes com produtos químicos podem ocorrer tanto em instalações fixas durante o manuseio, armazenamento e/ou descarte, ou durante o transporte, e suas consequências podem ter efeito drástico aos seres vivos e ao meio ambiente (ar, solo, água) [7].

Dentre os grandes acidentes químicos relatados até o momento destacam-se:

- Vila Socó, em Cubatão (SP, Brasil), em 1984, onde a explosão de um oleoduto seguida pelo incêndio de 700 mil litros de gasolina resultou no óbito de 508 pessoas além de sérios danos ambientais [8];

- San Juan de Ixhuatepec (México), também em 1984, onde o vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ocasionou uma série de incêndios e explosões resultando em 550 óbitos [9];

- Bophal (Índia), onde a liberação de aproximadamente 40 toneladas de metil-isocianato na atmosfera, seguida por uma violenta explosão

causaram a morte de aproximadamente 2500 pessoas e cerca de 100 mil foram afetadas. Alguns jornais noticiaram que entre 5 e 8 mil pessoas morreram certo tempo depois em consequência do acidente [10].

O impacto causado pela contaminação ambiental depende das propriedades das substâncias, quantidade da descarga e o tempo de exposição. O conhecimento destes fatores permite que o tratamento mais adequado para cada situação seja determinado [11].

Acidentes ocorridos em laboratórios também são considerados acidentes de trabalho e geralmente acontecem por falta de atenção ou pressa. Os laboratórios podem ser locais de trabalho muito seguros desde que algumas precauções sejam tomadas. Estas precauções incluem a manipulação segura de produtos químicos, o conhecimento das suas propriedades e dos riscos associados ao manuseio e acondicionamento dos mesmos.

De acordo com o decreto 2657 [12] desde 1988 as autoridades competentes são responsáveis pelo estabelecimento de sistemas e critérios específicos apropriados para classificar todos os produtos químicos em função do tipo e do grau dos riscos físicos e para a saúde que os mesmos oferecem, e para avaliar a pertinência das informações necessárias para determinar a sua periculosidade em conformidade com as normas nacionais ou internacionais.

A Resolução nº 420 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) [13], de 12 de fevereiro de 2004, classifica os produtos perigosos em nove classes de acordo com o risco ou o mais sério dos riscos que podem apresentar. A NBR 14725 de 2010 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [14] estabelece os critérios para o sistema de classificação de perigos de produtos químicos, sejam eles substâncias ou misturas, de modo a fornecer ao usuário informações relativas à segurança, à saúde humana e ao meio ambiente.

A NBR-ABNT 14619 de maio de 2014 [15] estabelece os critérios de incompatibilidade química de produtos perigosos. Os critérios de incompatibilidade estão estruturados tomando-se por base as classes e subclasses de produtos perigosos previstas nas legislações de transporte de produtos perigosos em vigor.

Compatibilidade química é a capacidade de dois ou mais materiais de existirem em associação estreita e permanente indefinidamente. Líquidos (solventes) são compatíveis se eles são miscíveis e não se separam em

fases. Líquidos e sólidos são compatíveis somente se o sólido é solúvel no líquido. Sólidos são compatíveis se puderem permanecer em íntimo contato por longos períodos sem nenhum efeito adverso de um sobre o outro [16]. A NBR-ABNT 14725 [14] estabelece os critérios a serem adotados na informação de segurança para produtos químicos através da ficha de segurança de produtos químicos (FISPQ). A FISPQ fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparados) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.

Os Institutos de Pesquisa e as Universidades utilizam produtos químicos em suas rotinas de trabalho e por isso as questões relacionadas ao acondicionamento e manuseio de produtos químicos tem sido cada vez mais discutidas ao longo dos últimos anos.

Diante desse cenário, a área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica do Instituto Butantan (IBu) estabeleceu e mantém um programa de manuseio e acondicionamento seguro de produtos químicos. Este programa que agregou o conhecimento adquirido em relação ao gerenciamento de resíduos químicos tem por objetivo minimizar os riscos causados à saúde de alunos, funcionários e pesquisadores da área.

2. MÉTODOS

Levantamento bibliográfico das normas vigentes no país.

A implantação de um sistema seguro de segregação e acondicionamento de produtos químicos na área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica do IBu teve início com uma pesquisa sobre a legislação pertinente a essa temática que envolve além das esferas federal, estadual, municipal as normas internas da instituição. Nesta etapa foram analisadas as determinações estabelecidas na Portaria 3214 de 1978 [17], que aprova as Normas Regulamentadoras (NR) da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, no Decreto 2657 de 2008 [12], que promulga a Convenção nº 170 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) relativa à segurança na utilização de produtos químicos no trabalho, na NBR-ABNT 14725 de 2010 [14], que aborda produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente, na Resolução nº 420 da ANTT de 2004 [13], que dispõe sobre o transporte terrestre de produtos químicos perigosos e na NBR-ABNT 14619 de 2014 [15], que

trata da incompatibilidade química no transporte de produtos perigosos.

Diagnóstico dos produtos químicos em uso

Os produtos químicos utilizados na área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica do IBu foram listados em formulários que contemplavam as seguintes informações: nome e descrição da composição do produto químico, estado físico, quantidade, volume e tipo de embalagem. Paralelamente, observou-se a data de validade para destinação ambientalmente correta dos produtos vencidos de acordo com o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos no Instituto Butantan [18]. Os produtos químicos em condições de uso foram avaliados quanto à natureza de risco.

Classificação e Plano de Segregação dos produtos químicos

Os produtos químicos foram classificados de acordo com as FISPQs em não perigosos e perigosos. Os perigosos foram então classificados de acordo com a Resolução ANTT nº 420/2004 [13]. Em seguida, foram criteriosamente segregados por compatibilidade química inter e intra classes e por características de reatividade das diferentes substâncias [15, 18-20] de acordo com o fluxograma abaixo (Figura 1).

Elaboração das fichas resumidas de segurança dos produtos químicos

Com o objetivo de tornar mais ágil o processo de consulta durante um acidente ou para a prevenção do mesmo e diminuir a quantidade de papel impresso, foi elaborado um catálogo digital a partir da FISPQ de cada produto químico. Também foram elaboradas fichas de segurança resumidas, em uma página, para cada produto com informações pertinentes e de fácil entendimento.

Equipamentos de segurança – aquisição e capacitação

Aquisição: Com base no diagnóstico dos produtos químicos e nas atividades desenvolvidas na área foram adquiridos equipamentos de segurança para proteção individual (EPIs) e para proteção coletiva (EPCs).

Capacitação: Os alunos, funcionários e

pesquisadores da área participaram de um curso de capacitação onde foram abordados temas como segurança ocupacional do trabalhador, legislação

vigente, e a importância de estratégias de minimização de riscos.



Figura 1. Etapas do plano de segregação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico dos produtos químicos

Ao todo 150 produtos químicos estavam contidos na área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica do IBu. Aproximadamente 73% destes produtos eram sólidos e 27% eram líquidos.

Classificação e segregação dos produtos químicos

Cerca de 68% dos produtos químicos foram classificados como não perigosos, por outro lado, 32% destes produtos oferecem algum tipo de risco. Os produtos químicos perigosos foram então segregados através de uma análise criteriosa de compatibilidade química inter e intraclases, reatividade química e características peculiares de cada substância [18]. Os produtos químicos perigosos foram segregados em nove grupos:

Inflamáveis: Os inflamáveis representaram 28% dos produtos químicos perigosos armazenados na área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica do IBu. Os aldeídos foram separados dos demais líquidos inflamáveis visto a incompatibilidade apresentada com álcool amílico.

Aldeídos: O grupo dos aldeídos correspondeu a 4% do total de produtos químicos perigosos. Neste

grupo foram incluídos, o formaldeído (líquido inflamável) e o glutaraldeído (substâncias e artigos perigosos diversos). No plano desenvolvido nesse trabalho a concentração do formaldeído foi observada. Solução com concentração superior a 25% foi classificada como corrosiva e inflamável quando inferior [13].

Corrosivos (Ácidos Minerais Não Oxidantes/ Ácidos Orgânicos, Ácidos Minerais Oxidantes e Corrosivos Básicos): Os produtos classificados como substâncias corrosivas, corresponderam a 27% e foram divididos em três subgrupos devido à incompatibilidade intraclases: ácidos minerais não oxidantes/ ácidos orgânicos, como o ácido clorídrico e o ácido acético; ácidos minerais oxidantes como o ácido sulfúrico e também os corrosivos básicos, hidróxido de sódio e hidróxido de potássio.

Oxidantes: Os oxidantes, embora não sendo necessariamente combustíveis, podem em geral liberar oxigênio, causar combustão de outros materiais ou contribuir para isso. Essa classe de produtos químicos é incompatível com agentes redutores. Apesar de representar apenas 10% dos produtos químicos perigosos, cuidados especiais foram tomados devido a grande maioria das outras substâncias ser incompatível com esse grupo. O iodato de potássio, não perigoso, contudo incompatível com agentes redutores foi reunido a essa classe.

Sais de Ferro: Os sais de ferro, como citrato férrico de amônio e sulfato ferroso são incompatíveis com algumas substâncias perigosas do grupo Tóxicos/Perigosos e não perigosos. Dessa forma, os sais de ferro formaram um único grupo. Outra característica considerada no plano de segregação e acondicionamento foi a reação exotérmica que ocorre entre produtos dessa classe e a água.

Tóxicos/Perigosos: Os produtos tóxicos e aqueles que apresentam perigos diversos (26%) foram reunidos no mesmo grupo denominado tóxicos e perigosos. Duas substâncias, o glutaraldeído e citrato férrico de amônio, não foram incluídos nessa classe, pois foram segregados como aldeídos e sais de ferro respectivamente, conforme já descrito.

Todos os produtos químicos presentes na área de Química de Proteínas foram armazenados em sala apropriada que possui sistema de exaustão ligado 24 horas por dia. Além disso, os inflamáveis foram acondicionados em armário corta-fogo. Os corrosivos ácidos e básicos em armários separados e com prateleiras protegidas por bandejas plásticas. Os oxidantes e sais de ferro, pelo pequeno volume, em bandejas plásticas separadas em armário arejado. Os sais não perigosos, que não pertencem a nenhuma classe de risco, foram alocados em armário comum e organizados em prateleiras por ordem alfabética. Em cada local foi afixado uma lista composta com os nomes em ordem de alfabética de cada reagente com suas respectivas classes e pictogramas. Além disso, foi elaborado um mapa indicativo da localização de cada reagente (Figura 2).

Armazenamento

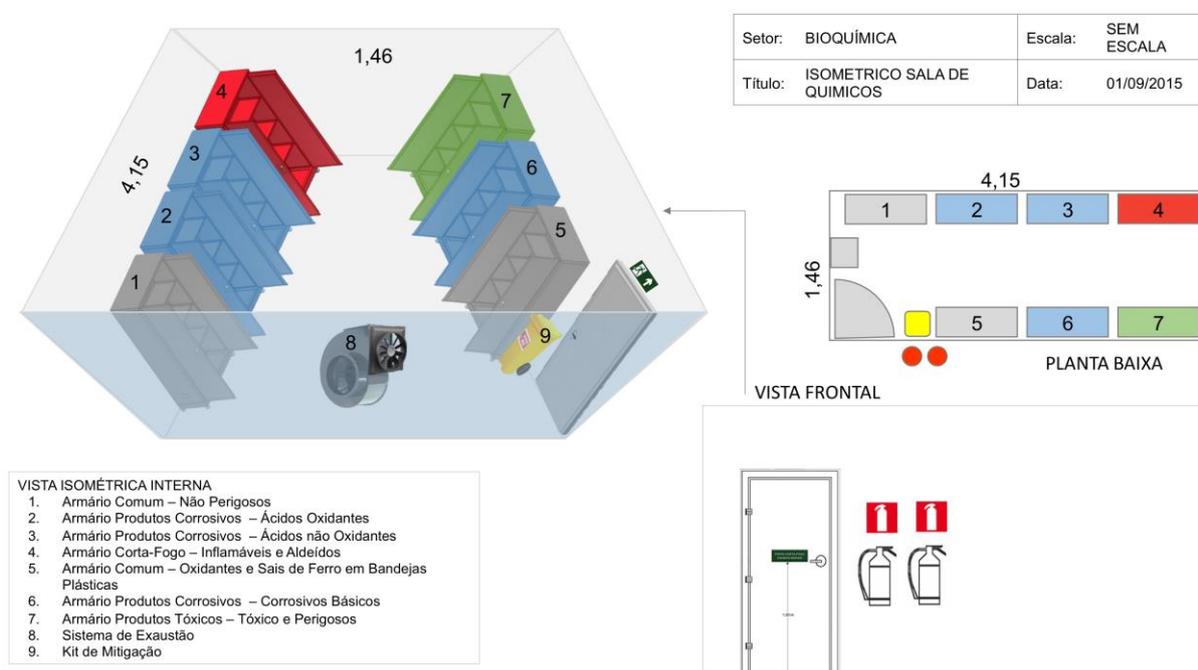


Figura 2. Mapa de localização dos reagentes químicos.

Elaboração das fichas resumidas de segurança dos produtos químicos

Após a conclusão do diagnóstico dos produtos químicos presentes na área, as FISPQs de cada produto (fornecidas pelos fabricantes) foram organizadas em um catálogo digital e salvas na rede utilizada pelo laboratório. Além disso, fichas resumidas de cada produto contendo informações mais relevantes como frases de perigo e precaução, materiais incompatíveis,

condições de armazenagem, ações em casos de derramamentos, cuidados no manuseio, instruções em caso de incêndio, informações de primeiros socorros, pictogramas de perigo, diagrama de Hommel, telefones de emergência e a representação visual dos equipamentos de segurança, individual e coletivo, necessários para a prevenção e/ou uso em caso de acidentes foram confeccionadas e colocadas em local identificado e de fácil acesso para alunos, funcionários

e pesquisadores. Um curso de capacitação para a melhor compreensão dessas fichas foi ministrado aos frequentadores da área.

A Figura 3 ilustra a maneira como foram elaboradas as fichas resumidas para os produtos químicos utilizados na área de Química de Proteína.

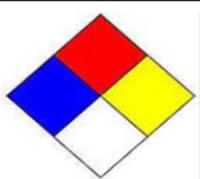
 FICHA DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS QUÍMICOS N° _____ DATA: _____ REV: _____		EPIs, EPCs e SIMBOLOS	
NOME/ PRODUTO: Colocar o mesmo nome que consta no rótulo do produto		        	
FRASES DE PERIGO E PRECAUÇÃO			
Frases padrão constantes nos anexos D e E da ABNT NBR 14725 (parte 3). Esse dado também pode ser consultado no item 2 da FISPQ.			
MATERIAIS INCOMPATÍVEIS	ARMAZENAGEM		
Dados como produtos químicos e materiais diversos incompatíveis com o produto químico (item 10 da FISPQ)	Condições de armazenagem (itens 2 e 7 da FISPQ)		
DERRAMAMENTOS	CUIDADOS NO MANUSEIO		
Medidas a serem tomadas em caso de derramamentos no laboratório (item 6 da FISPQ)	Informações sobre cuidados e medidas a serem tomadas antes e durante o manuseio (itens 2, 7 e 8 da FISPQ)		
FOGO			
Instruções em caso de incêndio (item 5 da FISPQ)			
INFORMAÇÕES AO MÉDICO/ PRIMEIROS SOCORROS			
Dados relativos a primeiros socorros em casos de ingestão, contato com a pele ou olhos (itens 2, 4 e 11 da FISPQ)			
  <p> CUIDADO PROVOCA IRRITAÇÃO </p>	Inserir os pictogramas de perigo, palavras de advertência, frases de perigo e diagrama de Hommel, conforme modelo ao lado (anexo D da ABNT NBR 14725 - parte 3). Esse dado também pode ser consultado no item 2 da FISPQ		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: yellow;">TELEFONES EMERGÊNCIA</td> </tr> <tr> <td>Colocar na ordem de prioridade os telefones que o usuário deve utilizar para comunicar emergências. O departamento de segurança do trabalho deverá orientar quanto ao plano de emergência.</td> </tr> </table>		TELEFONES EMERGÊNCIA	Colocar na ordem de prioridade os telefones que o usuário deve utilizar para comunicar emergências. O departamento de segurança do trabalho deverá orientar quanto ao plano de emergência.
TELEFONES EMERGÊNCIA			
Colocar na ordem de prioridade os telefones que o usuário deve utilizar para comunicar emergências. O departamento de segurança do trabalho deverá orientar quanto ao plano de emergência.			
Atenção esta ficha não substitui a FISPQ (Ficha de informações de segurança de produtos químicos) ou a FSDR (Ficha com dados de segurança de Resíduos Químicos e Rotulagem)			
Elaborado por: Nome do funcionário que elaborou Revisado e aprovado por: Nome dos responsáveis pela revisão e aprovação			

Figura 3. Ficha resumida de riscos químicos dos produtos.

Equipamentos de Segurança – Aquisição e Capacitação

Os equipamentos de proteção individual são regulamentados pela Norma Regulamentadora NR-6, publicada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 [17]. De acordo com a NR-6, a empresa é obrigada a fornecer o EPI adequado ao risco sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção, enquanto as medidas de proteção coletivas estão sendo implantadas ou para atender situações de emergência.

Como equipamentos de proteção coletiva foram adquiridos um chuveiro e lava olhos portátil com reservatório de capacidade para 75 L, extintores de incêndio e a capela de exaustão, já presente no laboratório, foi devidamente certificada.

Por apresentar produtos químicos em diversas formas de exposição para inalação, como vapores orgânicos, gases ácidos e material particulado, respiradores semifaciais com cartuchos de combinação multi-objetivos (vapores orgânicos, gases ácidos e amônia) acoplados a filtros mecânicos para poeiras, névoas e fumos foram adquiridos. As máscaras devem ser utilizadas quando o manuseio do produto químico for realizado fora da capela e deve ser assegurado que no ambiente em que se esteja manipulando produtos químicos que exijam o uso da máscara todas as pessoas presentes também usem.

As capelas de exaustão de vapores, gases e fumos produzidos durante a manipulação de produtos químicos formadores de vapores, particulados e aerossóis servem como barreira física oferecendo assim uma proteção aos usuários e ao ambiente contra a exposição de gases nocivos, tóxicos, derramamento de produtos químicos e fogo.

Para riscos decorrentes do contato dérmico e em função dos produtos químicos utilizados no laboratório, foi estabelecido o uso de luvas nitrílicas descartáveis, jalecos de algodão, calça comprida e sapato fechado. Para proteção adequada aos respingos de substâncias químicas que possam causar irritação ou algum tipo de lesão ocular foram adotados óculos de segurança.

Para derramamentos de produtos químicos absorvedores sintéticos em forma de mantas e flocos foram adquiridos.

A capacitação periódica de alunos, pesquisadores e funcionários foi baseada em normas vigentes e correlacionada aos equipamentos necessários à área, que por sua vez, foram adquiridos com base nos produtos químicos usados na área de Química de Proteínas do Laboratório de Bioquímica e Biofísica. A capacitação abordou diversos temas como: Fundamentos de Segurança Química e Higiene Ocupacional; Princípios de Análises de Riscos e Vulnerabilidades; Atendimento de Emergências;

Normas Regulamentadoras; Uso das informações descritas nas FISPQs e Fichas Resumidas dos produtos químicos e Uso de EPIs e EPCs.

Essas medidas visam à diminuição de riscos no manuseio e acondicionamento de produtos químicos, a multiplicação do conhecimento e a manutenção dos procedimentos adotados.

4. CONCLUSÕES

A implantação de um sistema seguro de segregação e acondicionamento de produtos químicos apresentado neste trabalho adotou a combinação de critérios sugerida pela Resolução ANTT n.º 420/2004 [13]. Dentre os critérios adotados foram consideradas: a incompatibilidade intra classes, a reatividade química e características que possam interferir na classificação de risco de determinadas substâncias como por exemplo a concentração. Esse sistema de segregação e acondicionamento minimiza os riscos operacionais e pode ser usado não apenas para o armazenamento e manuseio de produtos químicos em laboratórios e indústrias, mas também na segregação de resíduos químicos.

Essas ações associadas à utilização dos equipamentos de segurança adequados contribuem tanto para o desenvolvimento de um ambiente seguro, como também, para a promoção do bem-estar dos profissionais de química e suas áreas correlatas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Gerência de Meio Ambiente do Instituto Butantan representada pela Sra. Neuzeti M. dos Santos.

6. REFERÊNCIAS E NOTAS

- [1] Galembeck, F. *et al. Quim. Nova* **2007**, *30*, 1413. [[CrossRef](#)]
- [2] Sítio do Chemical Abstracts Service (CAS). Disponível em: <<http://www.cas.org/>>. Acesso em: 31 junho 2015.
- [3] Organização Internacional do Trabalho. Dia mundial da segurança e saúde no trabalho: a segurança e a saúde na utilização de produtos químicos no trabalho. 2014. [[Link](#)]
- [4] Montesano, R.; Hall, J. *Eur. J. Cancer* **2001**, *37*, S67. [[CrossRef](#)]
- [5] Associação Brasileira da Indústria Química. Departamento de Assuntos Técnicos. O que é GHS? Sistema harmonizado globalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos. São Paulo: ABIQUIM/ DETEC. 2005. [[Link](#)]
- [6] National Fire Protection Association. NFPA 704: standard system for the identification of the hazards of materials for emergency response. Quincy, 2012. [[Link](#)]

- [7] Freitas, C. M. de; Porte, M. F. S.; Gomez, C. M. *Rev. Saude Publica* **1995**, 29, 503. [[CrossRef](#)]
- [8] World Health Organization. Commission on Health and Environment. Report of the panel on industry. Geneva, 1992.
- [9] Arturson, G. *Burns* **1987**, 13, 87. [[CrossRef](#)]
- [10] Bowonder, B. *The Environmentalist* **1985**, 5, 89. [[CrossRef](#)]
- [11] Mainier, F. B. Os acidentes químicos: um alerta às disciplinas de processos industriais. 2001. Artigo publicado no XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, Porto Alegre, 2001. [[Link](#)]
- [12] Brasil. Decreto nº 2657, de 3 de julho de 1998. Promulga a Convenção nº 170 da OIT, relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990. [[Link](#)]
- [13] Brasil. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução ANTT n. 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. [[Link](#)]
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14725: produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2010.
- [15] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14619: transporte terrestre de produtos perigosos - incompatibilidade química. Rio de Janeiro, 2014.
- [16] Lewis, R. J. *Condensed Chemical Dictionary*. Reinhold: New York, 1993.
- [17] Brasil. Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. [[Link](#)]
- [18] Andrade, S. A.; Mastantuono, D.; Abreu, B. C. G.; Ichikawa, V. M.; Santos, N. M.; Spadafora-Ferreira, M.; Barazzone, G. C. *Orbital: Electron. J. Chem.* **2015**, 7, 44. [[CrossRef](#)]
- [19] Winder, C.; Zarei, A. *J. Hazard. Mater.* **2000**, 79, 19. [[CrossRef](#)]
- [20] Hatayama, H. K.; Chen, J. J.; de Vera, E.R.; Stephens, R. D.; Storm, D. L. A method for determining the compatibility of hazardous waste, *Cincinnati*, Ohio: Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Municipal Environmental Research Laboratory; Springfield, Va.: for sale by the National Technical Information Service, 1980. [[Link](#)]