

RESÍDUOS QUÍMICOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO E PESQUISA NA ÁREA DA SAÚDE: INDICADORES DE GESTÃO E MONITORAMENTO

CHEMICAL WASTES IN AN EDUCATIONAL AND RESEARCH INSTITUTION IN THE HEALTH AREA: MANAGEMENT AND MONITORING INDICATORS

Cássio Giovanni¹, Elisabeth Pelosi Teixeira²

¹ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) - Rua Sena Madureira, 1500, São Paulo, SP, Brasil,
CEP 04021-001 - cgiovanni@unifesp.br

² Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS) - Rua dos Bandeirantes, 169, São Paulo, SP,
Brasil, CEP 01124-010 - elisabeth.pelosi@gmail.com

Resumo

Resíduos químicos (RQ) são classificados como perigosos quando possuem características de inflamabilidade, poder oxidante, reatividade, toxicidade, mutagenicidade, teratogenicidade, corrosividade e/ou potencial deletério ao ambiente. Este trabalho objetivou desenvolver e aplicar indicadores para elaboração e implantação de Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos, no Campus São Paulo da Universidade Federal de São Paulo (instituição de ensino e pesquisa voltada à saúde). Selecionaram-se três laboratórios que geram grandes quantidades ou variedades de RQ: Biofísica (LB), Patologia (LP) e Bromatologia e Microbiologia dos Alimentos (LBMA). Foram utilizados dados dos Manifestos de Transporte de Resíduos emitidos de 2011 a 2014, pelos setores estudados. Para confecção dos indicadores, os RQ catalogados foram agrupados segundo suas classes de risco, definidas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres. Os resultados apontam que os três laboratórios geraram, em conjunto, 11500,9 L e 439,2 kg de RQ líquidos e sólidos, respectivamente: 92,7% do volume (10655,7 L) e 94,3% da massa (414,1 kg) compreendem resíduos perigosos; 82,5% (9489,1 L) dos líquidos e 40,8% (179,0 kg) dos sólidos são inflamáveis. Em cada laboratório, dentre RQ líquidos, inflamáveis também são mais representativos: LB – 100% do total (5656,0 L); LP – 64,5% (3568,6 L); LBMA – 84,2% (264,5 L).

Palavras-chave: Resíduos químicos. Classificação. Gerenciamento. Indicadores. Inflamáveis.

Abstract

Chemical wastes (CW) are classified as hazardous when they have characteristics of flammability, oxidizing power, reactivity, toxicity, mutagenicity, teratogenicity, corrosivity, and/or a deleterious potential in the environment. The aim of this study was to develop and apply indicators to develop and implement a Chemical Waste Management Plan, at Federal University of São Paulo, campus of Sao Paulo (teaching and research institution in the healthcare field). Three laboratories were selected: Biophysics (LB), Pathology (LP), and Food Bromatology and Microbiology (LBMA). These laboratories were selected for the study because they generate large quantities or varieties of CW. Waste Transport Manifests, issued from 2011 to 2014 by the sectors studied, were used for data collection. Cataloged CW were grouped according to their risk classes, which are defined by the National Land Transport Agency. The results show that the laboratories together generated 11500.9 L and 439.2 kg of liquid and solid CW, respectively: 92.7% (10655.7 L) and 94.3% (414.1 kg) are hazardous waste; 82.5% (9489.1 L) and 40.8% (179.0 kg) are flammable. In each laboratory, among liquid CW, flammable residues are also more representative: LB – 100% of the total (5656.0 L); LP – 64.5% (3568.6 L); LBMA – 84.2% (264.5 L).

Keywords: Chemical waste. Classification. Management. Indicators. Flammable

Introdução

Laboratórios de ensino e pesquisa, no desenvolvimento de suas atividades, rotineiras ou não, são geradores de imensa gama de resíduos com características intrínsecas aos protocolos seguidos e aos materiais, reagentes e solventes utilizados. Nesses locais, os resíduos químicos (RQ) possuem naturezas física e química extremamente variadas e requerem cuidados e critérios especiais, em conformidade com a legislação vigente e obedecendo aos requisitos de segurança ocupacional [1].

No âmbito das universidades, os resíduos diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem pequeno volume, porém grande variedade de composição. Nessa situação, torna-se inexequível a tarefa de estabelecer tratamento-padrão, físico, químico ou biológico, e disposição final única para todos esses resíduos [2]. A Figura 1 expressa possibilidades de geração de resíduos nessas instituições, destacando-se os RQ:

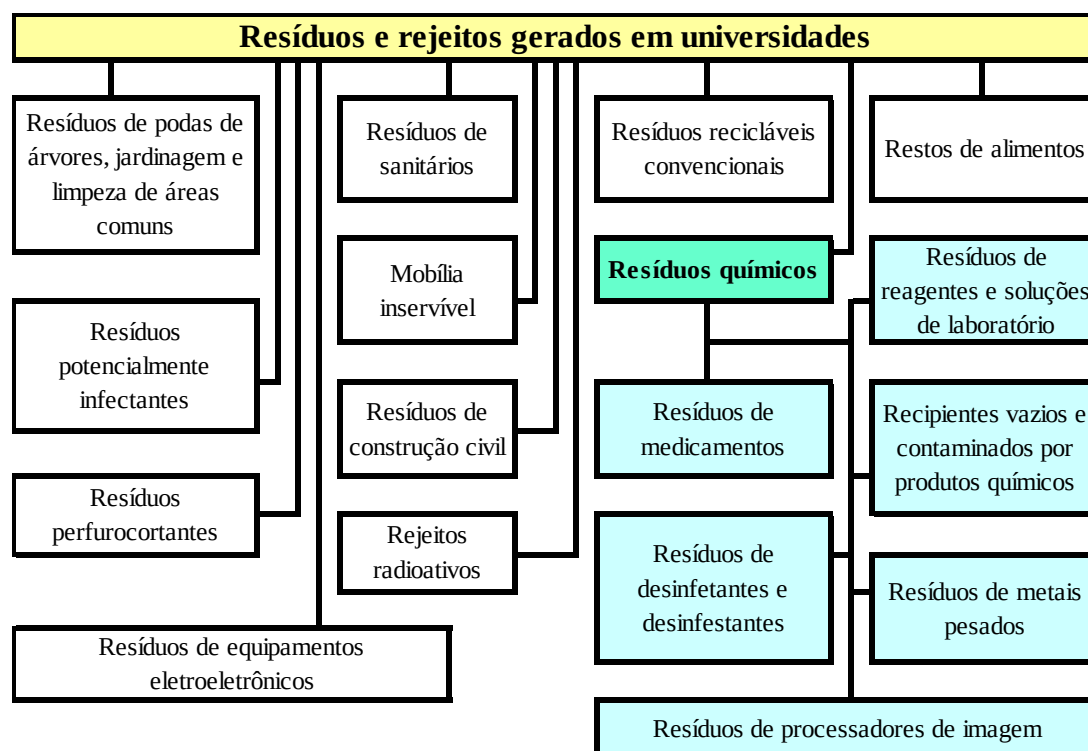


Figura 1: Exemplos de resíduos gerados em universidades, adaptado [3]

Em relação aos RQ gerados nos serviços de saúde, a questão se torna ainda mais grave porque são escassos os estudos a respeito desse assunto, sobretudo aqueles que resultem em propostas específicas de intervenção. Logo, os RQ perigosos, nesse ramo, tendem a ser abordados de forma geral, dentro de estudos específicos. Esse fato favorece uma visão superficial sobre a problemática, fazendo com que gestores e administradores tomem decisões sem levar em conta o potencial deletério decorrente do mau gerenciamento dos RQ [4].

Assim sendo, nas perspectivas ambiental, ocupacional e sanitária, é muito importante a confecção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), no qual devem ser descritos os procedimentos técnico-operacionais e científicos efetuados, envolvendo etapas como: prevenção, capacitação, inventário, redução, segregação, identificação, acondicionamento, coleta e transporte internos, tratamento interno, armazenamento, coleta e transporte externos, tratamento externo, disposição final, registros e controles [5,6].

Além disso, para aperfeiçoamento e refinamento dos processos, no âmbito do PGRQ, é altamente recomendável que se utilizem indicadores de gestão, que representem, objetiva e cientificamente, a amplitude e a diversidade de características do fenômeno monitorado [7].

Indicadores são instrumentos que propiciam a obtenção de dado ou informação numérica sobre medidas relacionadas a um sistema, um processo, um produto ou uma grandeza, empregados para acompanhar, avaliar e aprimorar os resultados do objeto de trabalho ao longo do tempo [8].

Indicadores ambientais são dispositivos de medida de desempenho e, institucionalmente, proporcionam o acompanhamento das ações que podem levar a melhorias no caminho da sustentabilidade. Tais indicadores também são elaborados e aplicados para demonstração da responsabilidade socioambiental da empresa privada ou do órgão público, a fim de conferir maior transparência às informações e fomentar processos produtivos mais limpos e eficientes [9].

Indicadores de resíduos podem ser estabelecidos com base nas quantidades em massa e/ou volume, de maneira que sejam delineados e mensurados impactos de produtos, processos e serviços sobre o meio ambiente e a saúde pública [10], propiciando a eliminação e/ou a mitigação dos efeitos deletérios das respectivas atividades.

Quando se usam indicadores específicos para o gerenciamento de RQ, estes podem ser classificados conforme os critérios a seguir: i) líquidos, semissólidos e sólidos; ii) perigosos (como inflamáveis, oxidantes, reativos, tóxicos, mutagênicos, teratogênicos, corrosivos, explosivos e perigosos para o meio ambiente) e não perigosos [11,12,13].

Para classificação desses resíduos, um dos critérios é o Sistema Harmonizado Globalmente para a Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, que representa a tradução de *The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* (GHS). O GHS estabelece características ou condições para as substâncias, como explosividade, inflamabilidade, poder oxidante, gás sob pressão, toxicidade, corrosividade, mutagenicidade, carcinogenicidade e perigo para o ambiente aquático [14].

Outro parâmetro para classificação de resíduos é a Norma Brasileira (NBR) 10004/2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que os enquadra nas seguintes classes: I – perigosos (inflamáveis, reativos, corrosivos, tóxicos ou patogênicos); II – não perigosos (II A – não inertes, II B – inertes) [11].

Adicionalmente, sob as diretrizes da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), em especial a Resolução nº 5232/2016 desse órgão, os resíduos perigosos podem ser organizados de acordo com as classes de risco, o número de risco e o número da Organização das Nações Unidas (ONU) [12].

Tendo em vista o arcabouço teórico apresentado, em que se fundamenta a complexidade do manejo de RQ, o presente artigo procurou oferecer ferramentas baseadas na elaboração e aplicação de indicadores, com foco nas classes e subclasses de risco das substâncias e misturas excedentes geradas.

Dessa maneira, o presente artigo objetivou desenvolver e aplicar indicadores como subsídios para elaboração, implantação e monitoramento de PGRQ, na instituição estudada.

A partir da classificação consolidada para transporte de cargas perigosas, padronizada internacionalmente, com a qual a ANTT está em concordância, construiu-se o método deste trabalho, bem como foram obtidos e discutidos os respectivos resultados.

Método

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado estudo de caso no Campus São Paulo da Universidade Federal de São Paulo (CSP-UNIFESP), com foco específico nos RQ oriundos de três laboratórios-piloto: i) Laboratório de Biofísica (LB); ii) Laboratório de Patologia (LP); iii) Laboratório de Bromatologia e Microbiologia dos Alimentos (LBMA).

No escopo do CSP-UNIFESP, LB e LP consistem em grandes geradores de RQ, ao passo que LBMA é um gerador de grande variedade desses resíduos.

O CSP-UNIFESP foi selecionado para realização de estudo de caso porque se trata de um estabelecimento dedicado ao ensino, à pesquisa e à extensão na área de saúde. Com base na variedade e complexidade dos RQ gerados nessa instituição, decidiu-se analisar a problemática da geração e do manejo dos mesmos.

Foi efetuada pesquisa exploratória nas três unidades citadas do CSP-UNIFESP, nas quais os dados foram coletados por meio do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR).

O MTR, que possui finalidade principal de nota fiscal de transporte, foi organizado e concebido para o levantamento qualitativo e quantitativo dos RQ gerados no período de 2011 a 2014.

Os RQ líquidos e sólidos foram quantificados com as unidades litro (L) e quilograma (kg) (massa da embalagem + massa do conteúdo), respectivamente, e categorizados conforme sua classe ou subclasse de risco para transporte, em consonância com a Resolução nº 5232/2016, da ANTT.

Com relação aos RQ líquidos, sua quantificação no LB e LP foi estabelecida por meio de dois critérios: i) determinação da quantidade teórica, declarada pelo gerador, a qual consiste no número de recipientes semelhantes (embalagem e volume) multiplicado por sua capacidade de acondicionamento; ii) estimativa da quantidade real anual (apresentada nos resultados), que compreende o preenchimento máximo de 2/3 dos recipientes. No LBMA, foi determinada a quantidade real, declarada pelo gerador, do volume efetivamente ocupado pelo resíduo químico no recipiente.

Recipientes vazios foram considerados resíduos sólidos da substância ou mistura contaminante, para efeito de classificação. Para frascos de vidro vazios de 1 litro, foi usada a unidade quilograma (kg) para quantificar o resíduo, considerando que cada recipiente vazio possui, em média, 0,5 kg. Para frascos de plástico vazios de 1 litro, também foi usada a unidade quilograma (kg) para quantificar o resíduo, considerando que cada recipiente vazio possui, em média, 0,1 kg. A massa dos frascos de capacidade diferente foi estabelecida proporcionalmente em relação à massa dos frascos de 1 litro, dada sua constituição (vidro ou plástico).

Em seguida, foram elaborados os indicadores, cujo cálculo se baseou nos dados de geração anual de tais resíduos (Tabela 1).

Tabela 1: Indicadores para gerenciamento de resíduos químicos no CSP-UNIFESP

Sigla	Indicador (quantidade total anual)	Unidade	Classe ou subclasse de risco principal
RQLI	Resíduos químicos líquidos inflamáveis	L	3
RQLO	Resíduos químicos líquidos oxidantes	L	5.1
RQLT	Resíduos químicos líquidos tóxicos	L	6.1
RQLC	Resíduos químicos líquidos corrosivos	L	8
RQLPD	Resíduos químicos líquidos perigosos diversos	L	9
RQLP	Resíduos químicos líquidos perigosos (RQLI + RQLO + RQLT + RQLC + RQLPD)	L	3, 5.1, 6.1, 8 e 9
RQLNP	Resíduos químicos líquidos não perigosos	L	Não possuem classe de risco
RQL	Resíduos químicos líquidos (RQLP + RQLNP = RQLI + RQLO + RQLT + RQLC + RQLPD + RQLNP)	L	3, 5.1, 6.1, 8, 9 e sem classe de risco
RQSI	Resíduos químicos sólidos inflamáveis	kg	3 (apenas frascos vazios) e 4.1
RQSO	Resíduos químicos sólidos oxidantes	kg	5.1
RQST	Resíduos químicos sólidos tóxicos	kg	6.1
RQSC	Resíduos químicos sólidos corrosivos	kg	8
RQSPD	Resíduos químicos sólidos perigosos diversos	kg	9
RQSP	Resíduos químicos sólidos perigosos (RQSI + RQSO + RQST + RQSC + RQSPD)	kg	3 (apenas frascos vazios), 4.1, 5.1, 6.1, 8 e 9
RQSNP	Resíduos químicos sólidos não perigosos	kg	Não possuem classe de risco
RQS	Resíduos químicos sólidos (RQSP + RQSNP = RQSI + RQSO + RQST + RQSC + RQSPD + RQSNP)	kg	3 (apenas frascos vazios), 4.1, 5.1, 6.1, 8, 9 e sem classe de risco
FVD	Frascos vazios descartados	kg	3, 4.1, 5.1, 6.1, 8, 9 e não perigosos

Fonte: elaborado pelos autores, com base em [13]

Cabe frisar que os RQ pertencentes às classes ou subclasses de risco 1 (explosivos), 2 (gases), 4.2 (substâncias sujeitas à combustão espontânea), 4.3 (substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis) e 5.2 (peróxidos orgânicos) não foram encontrados no inventário do LB, LP e LMBA. Dessa forma, optou-se por não incluir tais classes e subclasses de risco na formulação e no cálculo dos indicadores. A subclasse de risco 6.2 e classe de risco 7 dizem respeito, respectivamente, às substâncias infectantes e aos materiais radioativos e, portanto, não foram consideradas neste trabalho.

Resultados e discussão

Os indicadores foram elaborados para refinar, em termos qualitativos e quantitativos, a gestão de RQ no CSP-UNIFESP e podem ser empregados em outras instituições, sejam estas de saúde, de educação ou similares.

Laboratório de Biofísica (LB)

O LB selecionado para o estudo corresponde a um laboratório localizado no Instituto Nacional de Farmacologia do CSP-UNIFESP.

De modo geral, nos laboratórios do Departamento de Biofísica do CSP-UNIFESP, situados em diferentes endereços do campus, são realizadas sínteses peptídicas para produção de novos materiais poliméricos e estudos do mecanismo de ação de enzimas proteolíticas. São utilizados equipamentos como cromatógrafo de alta eficiência, analisador de aminoácidos, espectrômetro de massa, eletroforese capilar e sequenciador de aminoácidos [15].

Verificou-se que, de 2011 a 2014, 100% dos RQ líquidos gerados no LB são considerados perigosos (5656,0 L, 117,8 L/mês), na perspectiva do transporte, e todos eles compreenderam a classe de risco 3 (inflamáveis), relativa ao indicador RQLI. Cabe reportar que, neste laboratório, não foram registrados RQ líquidos considerados não perigosos.

Em relação aos RQ sólidos, observou-se que, nos quatro anos, foram gerados 125,4 kg (2,6 kg/mês), dos quais 121,5 kg (97,0%) são enquadrados como perigosos. A quantidade apontada pelo indicador RQST foi a mais representativa (55,5% do total), contabilizando-se 69,5 kg no período (1,45 kg/mês). A Tabela 2 apresenta os indicadores aplicados ao LB.

Tabela 2: Evolução dos indicadores relativos à geração de resíduos químicos no Laboratório de Biofísica (LB)

Indicador de resíduos químicos	Ano				Total por indicador	Unidade
	2011	2012	2013	2014		
RQL = RQLP = RQLI	1783,3	1486,7	1869,3	516,7	5656,0	L
RQSP	RQSI	0,0	13,0	18,5	0,0	31,5
	RQST	63,0	4,5	2,0	0,0	69,5
	RQSC	0,0	14,5	6,0	0,0	20,5
RQSNP	0,0	2,0	1,8	0,0	3,8	kg
RQS = FVD	63,0	34,0	28,3	0,0	125,3	

Fonte: elaborado pelos autores

No ano de 2011, foram registrados 63,0 kg de RQ sólidos tóxicos, em função de passivos ambientais, que correspondiam a recipientes vazios contaminados, armazenados em locais administrados pelo LB. Essas embalagens representaram a totalidade dos RQ sólidos gerados, de modo que os indicadores RQS e FVD apresentaram as mesmas quantidades (em massa) por ano.

Laboratório de Patologia (LP)

No LP são realizados diagnósticos anatomopatológicos, citopatológicos, imuno-histoquímicos e de necropsias, além de atividades de graduação e pós-graduação, podendo ser de ensino e pesquisa [16].

Foram gerados 5530,9 L de RQ, de 2011 a 2014. No âmbito dos RQ líquidos perigosos, o LP gerou majoritariamente inflamáveis (3568,6 kg, 74,3 kg/mês), ou seja, 64,5% do volume total (RQLI/RQL). Também foi verificada quantidade significativa de RQ líquidos não perigosos (840,0 L), relativos ao indicador RQLNP, registrando-se o pico no ano de 2012 (606,7 L). A Tabela 3 apresenta os indicadores aplicados ao LP.

Tabela 3: Evolução dos indicadores relativos à geração de resíduos químicos no Laboratório de Patologia (LB)

Indicador de resíduos químicos	Ano				Total por indicador	Unidade
	2011	2012	2013	2014		
RQLP	RQLI	1166,7	1535,3	833,3	33,3	3568,6
	RQLO	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
	RQLT	0,0	6,7	0,0	146,7	153,4
	RQLC	166,7	100,0	66,7	634,7	968,1
RQLNP		0,0	606,7	166,7	66,7	840,1
RQL		1333,4	2248,7	1066,7	882,1	5530,9

Fonte: elaborado pelos autores

Não foram encontrados RQ sólidos, de maneira que os indicadores para esse estado físico não são aplicáveis ao laboratório gerador em questão. Sugere-se a realização de estudos no setor para que se verifique a destinação dos recipientes vazios, anteriormente usados para acondicionar reagentes e solventes adquiridos de fabricantes e/ou fornecedores. Como o LP não declarou ter gerado RQ sólidos e tampouco frascos vazios, o laboratório também não foi objeto de análise para o indicador FVD.

Laboratório de Bromatologia e Microbiologia dos Alimentos (LBMA)

No LBMA são feitas análises bromatológicas e microbiológicas como indicadores de qualidade de alimentos, com ênfase em saúde pública [17].

Dos RQ líquidos gerados pelo LBMA, 98,4% são classificados como perigosos e, assim como o LB e o LP, os inflamáveis constituem-se os mais significativos (84,2% do total, na relação RQLI/RQL). Em outras palavras, foram gerados 264,5 L de RQ perigosos inflamáveis no LBMA (5,5 L/mês).

Quanto aos RQ sólidos (313,9 kg), 292,6 kg (93,2%) são classificados como perigosos. Em termos de periculosidade dos resíduos, os indicadores RQSI e RQSC mostraram-se mais representativos, uma vez que compõem, respectivamente, 47,0% e 31,2% da massa total gerada dos sólidos descartados no período de 2011 a 2014. A Tabela 4 apresenta os indicadores aplicados ao LBMA.

O LBMA adquiriu reagentes, solventes e sais em frascos de capacidade igual ou inferior a 1 litro, gerando quantidades expressivas de resíduos provenientes de embalagens vazias. Dos 313,9 kg de RQ sólidos gerados, 254,9 kg (81,2%) são provenientes de frascos vazios descartados (FVD), nos 4 anos de estudo.

Tabela 4: Evolução dos indicadores relativos à geração de resíduos químicos no Laboratório de Bromatologia e Microbiologia dos Alimentos (LBMA)

Indicador de resíduos químicos		Ano				Total por indicador	Unidade
		2011	2012	2013	2014		
RQLP	RQLI	0,0	87,0	91,1	86,4	264,5	L
	RQLT	0,0	2,5	12,2	4,1	18,8	
	RQLC	0,0	24,6	1,0	0,0	25,6	
	RQLNP	1,0	0,0	0,0	4,1	5,1	
RQL		1,0	114,1	104,3	94,6	314,0	kg
RQSP	RQSI	0,0	73,2	32,8	41,5	147,5	
	RQSO	0,1	1,1	0,0	0,0	1,2	
	RQST	1,1	9,2	2,3	31,2	43,8	
	RQSC	0,0	36,5	36,2	25,2	97,9	
	RQSPD	0,8	1,3	0,1	0,0	2,2	
RQSNP		2,7	8,6	8,0	1,6	20,9	
RQS		4,7	129,9	79,4	99,9	313,9	
FVD		0,0	111,6	74,8	68,5	254,9	

Fonte: elaborado pelos autores

Cenário geral do estudo

No período de 2011 a 2014, LB, LP e LBMA geraram, em conjunto, 11500,9 L e 439,2 kg de RQ líquidos e sólidos, respectivamente. Na perspectiva do transporte rodoviário, conforme Resolução ANTT nº 5232/2016, 92,7% do volume (10655,7 L) e 94,3% da massa (414,1 kg) correspondem a resíduos perigosos.

No cenário em que os líquidos inflamáveis são os mais expressivos em termos de volume (9489,1 L, 82,5%), bem como os sólidos inflamáveis destacam-se na quantificação por massa (179,0 kg, 40,8%), acentua-se a necessidade de identificação, segregação, acondicionamento e armazenamento adequados desses RQ, a fim de se maximizar a segurança dos trabalhadores, dos estudantes e do ambiente. Quanto ao armazenamento externo, é essencial a construção de abrigos de alvenaria para guarda dos recipientes de acondicionamento dos RQ, de maneira que o estabelecimento possa atender às exigências legais e compatibilizar suas atividades com as boas práticas ambientais e laboratoriais.

Assinala-se que o enquadramento do RQ como não perigoso, por não estar citado na relação de produtos perigosos da Resolução ANTT nº 5232/2016 ou, ainda, por não possuir indicação de número ONU nem classe de risco na ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), não isenta o gerador de tomar os cuidados cabíveis durante o manuseio e o transporte de tal substância, mistura ou material.

Deve-se adotar o princípio da precaução para esses casos, pois há muitas substâncias que são potencialmente perigosas, mas ainda não foram classificadas como tal, tanto para o gerenciamento interno quanto para o transporte dos resíduos.

Paralelamente, recomenda-se a adoção de outros sistemas e critérios para classificação dos RQ, como o GHS e a NBR 10004/2004 da ABNT.

Considerações finais

Nos estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde, escopo no qual o CSP-UNIFESP se encontra inserido, são gerados resíduos de diversas naturezas e propriedades. Dentro desse conjunto estão os RQ, que podem ser perigosos por possuírem características como inflamabilidade, poder oxidante, reatividade, toxicidade, mutagenicidade, teratogenicidade, corrosividade e/ou potencial deletério para o meio ambiente.

O gerenciamento é composto por etapas dinâmicas e interligadas, como inventário, segregação, identificação, acondicionamento, armazenamento, solicitação de coleta externa, coleta e transporte internos – encaminhamento dos RQ até o veículo coletor, coleta e transporte externos, tratamento e disposição final. Deve-se compreender que, quando não há coesão entre as fases citadas, pelo menos uma delas é deficitária ou a comunicação entre os atores é ineficaz, o processo pode ser comprometido.

Nesse panorama, o presente estudo buscou fornecer subsídios a gestores, administradores, diretores, técnicos e estudantes sobre o gerenciamento de RQ, especialmente no setor de saúde, em que o risco biológico tende a ser priorizado. No caso do CSP-UNIFESP, os referidos RQ são oriundos, sobretudo, de aulas práticas, pós-graduação (predominantemente *stricto sensu*) e atividades de assistência à saúde humana. Logo, além da multiplicidade de resíduos, os geradores podem ter peculiaridades de funcionamento, recursos humanos, equipamentos e reagentes, demandando atenção e planos de manejo coerentes ao local analisado.

Concernente às limitações deste trabalho, salienta-se, primeiramente, que o volume de RQ líquidos é declarado pelo gerador. Nos Laboratórios de Biofísica e Patologia, fez-se a estimativa da quantidade real anual, que representa o preenchimento máximo de 2/3 dos recipientes. Outro fator limitador corresponde ao fato de que a massa do RQ sólido também é declarada pelo gerador, levando em conta o recipiente e seu conteúdo. Estimou-se massa de 0,5 kg e 0,1 kg para frasco de 1 litro vazio de vidro e frasco de 1 litro vazio de plástico, respectivamente, utilizando-se essa proporção para recipientes de outras capacidades.

A análise qualitativa e quantitativa do MTR propiciou a elaboração de indicadores de gestão de resíduos, que auxiliam os profissionais da instituição a tomar as decisões com base nas metas estipuladas e na política ambiental fomentada pelas instâncias diretivas, técnicas, operacionais e científicas.

Por meio da comparação dos indicadores RQLI e RQL, constatou-se que os RQ líquidos inflamáveis são os mais representativos, no âmbito dos laboratórios-piloto. Para corroborar esse resultado, a razão RQLI/RQL indicou que os RQ líquidos inflamáveis correspondem, respectivamente, a 100%, 64,5% e 84,2% da geração total do LB, LP e LBMA, considerando o estado físico mencionado.

Por fim, a gestão de resíduos e quaisquer ações que promovam educação ambiental passam, inicial e continuamente, pela consciência de que cidadania e respeito à coletividade são requisitos imprescindíveis para a construção de uma universidade plural e sustentável. Dessa maneira, a responsabilidade compartilhada pelo manejo dos resíduos (incluindo os químicos) deve ser entendida não somente como prerrogativa legal, mas também como a inserção da instituição na vanguarda das iniciativas ambientais e de saúde pública, servindo de exemplo à sociedade.

Referências

- [1] Jardim, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Quím. Nova [on-line]. 1998, vol.21, n.5, pp. 671-673. ISSN 0100-4042. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421998000500024>. Acesso em: 02 fev. 2021.
- [2] Gerbase, A. E.; Coelho, F. S.; Machado, P. F. L.; Ferreira, V. F. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Química Nova, São Paulo, v. 28, n. 1, jan./fev. 2005. ISSN 1678-7064. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100001>. Acesso em: 02 fev. 2021.

- [3] Souza, K. E. Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídios à minimização de resíduos de laboratórios de universidades, 2005. 134 p. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2005. p.48. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4369/DissKES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 fev. 2021.
- [4] Costa, T. F.; Felli, V. E. A.; Baptista, P. C. P. A percepção dos trabalhadores de enfermagem sobre o manejo dos resíduos químicos perigosos. Rev. Esc. Enferm. USP, dez 2012, vol.46, n.6, p.1453-1461. ISSN 0080-6234. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342012000600024>. Acesso em: 03 abr. 2020.
- [5] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília, 2018. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/03/2018&jornal=515&pagina=228&totalArquivos=300>. Acesso em: 29 jan. 2021.
- [6] Saqueto, K. C. Estudo dos resíduos perigosos do campus de Araras da Universidade Federal de São Carlos visando a sua gestão. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 9. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4290/3259.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.
- [7] UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Relatório de Gestão do Exercício de 2012. Uberaba, 2013. Disponível em: <https://sistemas.uftm.edu.br/integrado/?to=RTZjcGZxTGFSkFOOXRhSkpVdm5ELzBmWjZPUjNwZVNDdzA3NzFoRzcxeFREdkl2ZllMa25YaklsN0lFMEJ3MHVWQ2ZDVjFiTlFCRXRiUy9jR1k4dDRSU3JtSlk0WUhCUXhXdlld4VlpXbFJhNlR1ZSbm9yQVZycWJidWE2QmhDOHh3RmFPVVE4dEp uVTZrbEtVY1BvbmF5VmVQVHMxUmc4N25ZOENPbVRGRUNPZHBkejBPNENFVE1MOWNaR3lj&secret=uftm>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- [8] Helou Filho, E. A.; Otani, N. A utilização de indicadores na administração pública: a Lei nº 12.120/2002 do estado de Santa Catarina. Revista de Ciências da Administração, Florianópolis, v.9, n.17, p.1-20, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/1648/1395>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- [9] Cardoso, L. M. F. Indicadores de Produção Limpa: uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas. Dissertação de mestrado de Produção Limpa, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.
- [10] Tinoco, J. E. P.; Kraemer, M. E. P. Contabilidade e Gestão Ambiental. 1ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2004. v. 1. 304p.
- [11] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Publicada em: 31 maio 2004.
- [12] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14725-3: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 3: Rotulagem, 2017. Publicada em: 14 jun. 2017.
- [13] Brasil. Ministério dos Transportes. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5232, de 14 de dezembro de 2016 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências. Brasília, 2016. Disponível em: https://antlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=RES&num_ato=00005232&seq_ato=000&vlr_ano=2016&sgl_orgao=DG/ANTT/MTPA&cod_modulo=161&cod_menu=5411. Acesso em: 29 jan. 2021.
- [14] UNECE – United Nations Economic Commission for Europe. Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS). Eighth revised edition. New York and Geneva, 2019.

Disponível em: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev08/ST-SG-AC10-30-Rev8e.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

[15] UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo. Campus São Paulo. História do Departamento de Biofísica. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://sp.unifesp.br/epm/biofisica/sobre/historia>. Acesso em: 03 fev. 2021.

[16] UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo. Campus São Paulo. Apresentação do Departamento de Patologia. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://sp.unifesp.br/epm/patologia/sobre/apresentacao>. Acesso em: 03 fev. 2021.

[17] CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Linhas de pesquisa. Medicina II, 2010. Disponível em: http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/VisualizadorServlet?nome=2008/33009015/016/2008_016_33009015041P2_Lin_Pesq.pdf&aplicacao=cadernoavaliacao. Acesso em: 04 fev. 2021.