



## CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIO: ESTUDO DE CASO DE UM INSTITUTO DE PESQUISA

Cláudia Echevengúá Teixeira<sup>a,b</sup>, Sandra Lucia de Moraes<sup>a</sup>, Flávia Gutierrez Motta<sup>a</sup>, Ana Paula Shibata<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, SP, Brasil

<sup>c</sup> Technohidro Projetos Ambientais (TECHNOHIDRO), São Paulo, SP, Brasil

### Resumo

A gestão de resíduos sólidos tem sido debatida com muita frequência após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010. As instituições de ensino, pesquisa e prestação de serviços são também geradoras de resíduos e devem atender às exigências legais e técnicas. Nestas instituições, considerando suas práticas laboratoriais, são gerados resíduos diversos que apresentam periculosidade. Desta forma, como as indústrias de transformação, estas instituições precisam elaborar seus planos de gerenciamento e desenvolver ações para sua implantação. O presente trabalho objetiva a apresentação de um sistema de gerenciamento de resíduos proposto para uma instituição de pesquisa. Como parte do sistema de gerenciamento, foi feito um diagnóstico que apontou a necessidade de medidas prioritárias em certos laboratórios e de um sistema de gerenciamento de resíduos de laboratórios (SGRL) cuja implantação e operação devem envolver diversos setores da instituição. O sistema proposto tem como objetivos atender às exigências da legislação e do mercado quanto às questões ambientais, reduzindo os desperdícios e, como consequência, melhorando a imagem da instituição.

**Palavras-chave:** Gestão de Resíduos, Resíduos Laboratoriais, Sistema de Gerenciamento, Periculosidade, Instituição de Pesquisa

### 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente está cada vez mais presente nas discussões, nas proposições, nas políticas e no cotidiano da sociedade, e envolvem tanto as organizações (empresas, governo, instituições) quanto os mecanismos de controle social (regras, leis, costumes, entre outros). Grande parte dos problemas ambientais é gerada pelos impactos negativos ocasionados pela geração de resíduos, e posterior disposição inadequada, o que ocasiona contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, e degradação de enormes áreas destinadas para a disposição final destes resíduos.

O gerenciamento de resíduos sólidos deve seguir as disposições legais estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Uma das obrigações estabelecidas é de que diversos tipos de empreendimentos pertencentes a vários setores da economia são obrigados a elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para obter licenças ambientais.

Além dos resíduos sólidos urbanos de responsabilidade do poder público, têm-se os resíduos sólidos industriais gerados nas diferentes cadeias produtivas, os quais muitos destes, são resíduos perigosos. Dentre algumas principais fontes geradoras de resíduos destacam-se as indústrias químicas, as indústrias automotivas, as companhias de exploração de petróleo, entre outros. Estes segmentos industriais são passíveis de licenciamento ambiental, desta forma, são obrigadas a fazer a gestão de seus resíduos gerados.

Outra fonte relevante de geração de resíduos perigosos são as instituições de ensino e pesquisa, que não se destacam pela quantidade, uma vez que são responsáveis por apenas por 1% do total (ALBERGUINI, SILVA e REZENDE, 2005), mas pela diversidade dos resíduos produzidos, principalmente em decorrência da grande variedade de produtos, principalmente químicos, manipulados em seus laboratórios. Além disso, a composição dos resíduos muda a cada projeto e experimento (IZZO, 2000; ASHBROOK e REINHARDT, 1985). Desta forma, as medidas de gestão necessárias para correto controle e destinação final de resíduos tornam-se mais complexas e específicas (NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006; ASHBROOK, 2000). Na visão



de De Conto (2010), os problemas decorrentes da má gestão dos resíduos sólidos envolvem questões comportamentais e determinam soluções complexas e sistêmicas de todos os responsáveis pela geração.

Devido a sua atividade fim (ensino/pesquisa), as universidades e institutos de pesquisa são isentos de licenciamento, o que não incentiva a adoção de práticas corretas de gerenciamento e disposição final destes resíduos. Jardim (1998), em uma das primeiras publicações em periódico nacional, alertou o fato das universidades não poderem mais ignorar sua posição de unidades geradoras de resíduos. Sustentou o alerta no papel social que as universidades desempenham, as quais muitas vezes avaliam e condenam o impacto causado por outras unidades geradoras de resíduo fora dos seus limites físicos. Saliem também que estas instituições se constituem em importantes geradores de resíduos químicos, que são geralmente resíduos de análises, resto de amostras e reagentes vencidos. Relatos e levantamentos de ações em diferentes universidades brasileiras vêm sendo apresentados e publicados (CORA et al, 2010; DE CONTO, 2010; NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006; IMBROISI, 2006).

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de concepção, implantação e estratégia de operacionalização de um sistema de gestão de resíduos de laboratório em uma instituição de pesquisa, enfocando os processos administrativos e técnicos utilizados no projeto de modernização de infraestrutura de SMS (Saúde, Meio Ambiente e Segurança). Ressalta-se que no contexto da instituição estudada os resíduos de laboratório são aqueles resultantes diretamente das práticas laboratoriais, tais como ensaios e procedimentos analíticos, podendo ser perigosos ou não-perigosos. Estes resíduos podem ser constituídos de diferentes substâncias químicas e materiais, podendo se apresentar nos estados sólido, semi-sólido e líquido. Estes podem incluir reagentes químicos e soluções, materiais poliméricos e não poliméricos, materiais metálicos, minerais, rochas, embalagens e também restos de amostras processadas e não-processadas, entre outros. Ficam excluídos desta definição, os resíduos de atividades burocrático-administrativas, como papéis, cartuchos de tinta e demais materiais; resíduos de copa, como copos plásticos, vidros, metais e demais tipos de plástico, pilhas e baterias e eletroeletrônicos, mesmo sendo descartados no ambiente interno do laboratório.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme a norma ABNT NBR 10004/04, os resíduos sólidos podem ser classificados em três categorias: Classe I – Resíduos perigosos; Classe II A – Resíduos não perigosos e não inertes; e Classe II B – Resíduos não perigosos e inertes. Os resíduos Classe I são aqueles que

apresentam uma ou mais das seguintes características de periculosidade: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Desta forma, em decorrência de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem ocasionar risco à saúde e ao ambiente. Os resíduos pertencentes à Classe II A são aqueles que não se enquadram nas Classes I e II B, e podem apresentar características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Os resíduos pertencentes à Classe II B são aqueles que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007/04, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006/04, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Todas as ações de gerenciamento de resíduos sólidos devem ser precedidas pela elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos. Este deve contemplar aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final. A partir deste, é possível estabelecer os detalhamentos para a implantação, operacionalização e monitoramento de um sistema de gerenciamento de resíduos. A definição de procedimentos para cada etapa do sistema e do próprio plano deve se pautar na legislação e normalização ambiental (REICHERT e TEIXEIRA, 2009). Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), um plano de gerenciamento de resíduos deve conter a descrição do empreendimento ou atividade; o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados (origem, volume e caracterização), incluindo os passivos ambientais a eles relacionados; a definição dos responsáveis pelas etapas do gerenciamento e dos procedimentos operacionais; a identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores; as ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes; as metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e à reutilização e reciclagem; entre outros.

Para um correto dimensionamento do sistema de gerenciamento, é necessário identificar em cada laboratório as diferentes rotinas e ensaios laboratoriais executados e, a partir destes, construir fluxogramas com a identificação das etapas dos processos, que são fontes de resíduos. Sabendo-se as fontes, de resíduos é possível estabelecer os procedimentos que possam visar sua minimização, recuperação, caracterização (qualitativa e quantitativa), entre outros (ALBERGUINI; SILVA e REZENDE, 2005).

Os resíduos devem ser segregados e acondicionados, considerando suas características e as etapas seguintes do sistema. Todos os resíduos gerados, quando segregados na origem, possuem composição e constituintes passíveis de



serem identificados. A mistura inadvertida de resíduos pode ter consequência desastrosa, visto a incompatibilidade de substâncias químicas (geração de calor, reação violenta, fogo, geração de outras substâncias, entre outros). A Norma NBR

12335/1992 (ABNT, 1992) apresenta os grupos de resíduos químicos e as incompatibilidades. Contudo, é difícil manter um sistema organizado sem haver um critério de agrupamento dos resíduos para que seja adotado pelo conjunto de usuários do sistema (laboratórios), o que facilita a organização deste. Ou seja, todos os resíduos gerados nos laboratórios serão catalogados da mesma forma, dentro de um critério adotado que impeça a mistura de resíduos incompatíveis.

Os resíduos deverão ser acondicionados em embalagens identificadas e padronizadas, o que facilita a organização e dimensionamento dos sistemas de gerenciamento (NOLASCO et al., 2006; ASBROOK, 2000). Os recipientes devem ser identificados através de um rótulo padronizado que permita identificar o gerador, o tipo de resíduo, data, características de periculosidade, entre outros.

A transferência de resíduos dos laboratórios de origem para centrais de armazenamento deve ser responsabilidade de um setor específico e deve ser documentada. Ou seja, precisa saber qual é a origem e quando esses resíduos saíram do laboratório. Além dos containers estarem rotulados, é necessário o processo administrativo mediante solicitação por parte do laboratório ao setor responsável por esta etapa do sistema. As instalações prediais para o armazenamento temporário externo de resíduos devem atender às especificações das normas ABNT NBR 12235/92 (ABNT, 1992) e NBR 11174/90 (ABNT, 1990).

Para a destinação de resíduos perigosos, classificados segundo ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004), a entidade geradora deve acondicionar seus resíduos em recipientes constituídos de material compatível com os mesmos; apresentar a carga para transporte devidamente embalada, suprida de todos os documentos necessários, como fichas de emergência, placas de simbologia de risco e MTR (Manifesto para o Transporte de Resíduos).

Apesar da importância do gerenciamento de resíduos de laboratório, alguns fatores podem ser obstáculos para a sua implantação e operação em instituições de ensino. Nas universidades, há a dificuldade em treinar os estudantes, já que estes são muitos e costumam permanecer por pouco tempo nos laboratórios (MOONEY, 2004; FOSTER, 2003; ASHBROOK, 2001; IZZO, 2000). Pesquisadores podem encontrar dificuldades em modificar protocolos com os quais eles já estavam habituados (MOONEY, 2004). A descentralização da administração nas universidades prejudica a elaboração de um plano coletivo de manejo de resíduos (ASHBROOK, 2001; IZZO, 2000). Além disso, em

muitas universidades não há uma central para aquisição e armazenamento de produtos químicos (IZZO, 2000).

Para o sucesso do programa de gerenciamento de resíduos, deve haver apoio das autoridades administrativas para definição de regras e responsabilidades, demonstrado por um documento com claros mecanismos para implementação da política, identificação dos custos associados aos procedimentos, metas claras, utilização de prêmios para promover a participação, manter a comunicação efetiva entre os departamentos de implementação e operação. São importantes também os programas para a prevenção da poluição. Esta é importante porque reduzir a geração de resíduos perigosos não apenas significa a diminuição de custos e de pressão regulatória para a instituição, mas também promove educação para os estudantes e aumenta a segurança no ambiente de trabalho (MOONEY, 2004).

As instituições que possuem setores de coleta de resíduos devem ter um manual com os procedimentos para identificação e gestão dos diferentes resíduos. De acordo com Izzo (2000), não importa o quão seja eficiente o plano de manejo de resíduos se as informações não chegaram de forma simples aos geradores destes. Desta forma, o foco do programa de gerenciamento deve ser educar e informar os geradores sobre os meios seguros e eficientes para o manejo dos resíduos. A comunicação e treinamento obrigatório também devem estar presentes, podendo ser utilizadas diversas ferramentas como e-mail, *newsletters*, *special mailings* e a *web*. Também devem ser criados programas de avaliação contínua dos procedimentos e operação destes (ASBROOK, 2001).

A diminuição de geração de resíduos pode ser considerada como a solução mais atrativa para os problemas de gerenciamento: menores quantidades e de menor periculosidade (ASHBROOK e REINHARDT, 1985). A minimização da geração de resíduos deve começar antes de o produto ser comprado: deve ser questionado se o produto é realmente necessário, qual a quantidade que deve ser adquirida e o que será feito com o produto depois. Uma lista dos produtos estocados deve ser sempre atualizada, principalmente para o monitoramento dos produtos perigosos (FOSTER, 2005).

Ashbrook e Reinhardt (1985) ressaltam a importância da correta identificação dos resíduos, uma vez que as análises para caracterização podem ter um custo maior do que a própria destinação final. A segregação dos resíduos também é importante, pois diminui a quantidade de resíduos descartados como perigosos. Entretanto, isso às vezes não é praticado devido à inadequações de locais de armazenamento e de manipulação. Alguns materiais como soluções aquosas de metais pesados podem ser evaporadas para diminuir o volume. Também pode haver reciclagem



entre laboratórios de produtos químicos; alguns produtos com importância econômica podem ser recuperados. Recomenda-se que sejam utilizados tratamentos químicos, alguns muito simples, como a neutralização de ácidos e bases.

Engelman, Guisso e Fracasso (2009) identificaram ações e práticas de comprometimento por parte de instituições de ensino superior no Rio Grande do Sul em relação às questões ambientais. Entre elas, ações relacionadas ao controle e gerenciamento de resíduos estiveram presentes em todas as universidades estudadas.

Tauchen et al. (2009); Tauchen e Brandli (2006) apresentaram um levantamento de boas práticas em campus universitários nacionais e internacionais e identificaram a presença de programas de reciclagem-gestão de resíduos. Ainda, Tauchen e Brandli (2006) apresentam um modelo com propostas de procedimentos para a implantação de sistemas de gestão ambiental em instituições de ensino.

### 3. MÉTODO: ESTRATÉGIAS GERENCIAIS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

O método utilizado no desenvolvimento do presente trabalho está representada na Figura 1 e é descrito nos itens a seguir:

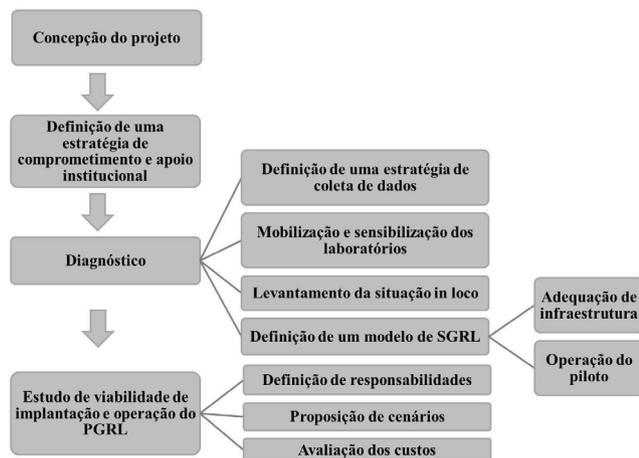


Figura 1. Fluxograma da metodologia utilizada e os principais produtos

Fonte: Elaboração própria

#### 3.1. Concepção do projeto

A instituição, objeto deste trabalho, possui 40 laboratórios que realizam atividades de pesquisa e oferecem serviços tecnológicos em diversas áreas do conhecimento, gerando uma grande diversidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Reconhecendo a importância de realizar um inventário detalhado sobre a

geração e classificação de resíduos para definição de um sistema de gerenciamento para os resíduos de laboratório (SGRL) e melhoria de infraestrutura para o gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos, a instituição encaminhou à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) uma proposta para obtenção de apoio financeiro do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Este projeto, aprovado no edital CTInfra ProInfra de 2006, visou melhorar a infraestrutura e os procedimentos operacionais para o gerenciamento de resíduos; formar e capacitar equipes sobre estes procedimentos; e expandir a metodologia para todos os laboratórios da instituição. Além disso, obtiveram-se recursos para modernizar a infraestrutura e adequar as instalações já existentes para abrigarem duas Centrais de Armazenamento Temporário de Resíduos, sendo uma destinada para receber resíduos perigosos e outra para resíduos não-perigosos. Também foram adquiridos equipamentos para segregar, coletar, transportar, armazenar temporariamente, classificar e operar as centrais que recebem os resíduos descartados pelos laboratórios, além de equipamentos de segurança coletivos e sinalização.

#### 3.2. Definição de uma estratégia de comprometimento e apoio institucional

Em abril de 2009, o projeto foi apresentado para a Diretoria Técnica do instituto. Na ocasião, foi reforçada a ideia de que o compromisso e a participação dos dirigentes da instituição seriam indispensáveis para o sucesso do projeto. Em maio do mesmo ano, solicitou-se ao Diretor Presidente e ao Diretor Técnico a formação de uma Comissão ou Coordenação de Meio Ambiente e a criação de um grupo de estudo para viabilizar a alocação de recursos para montagem e funcionamento do sistema de gerenciamento de resíduos, com a colaboração da área responsável pelas avaliações econômicas dos projetos do instituto. Ainda, houve a solicitação de comunicação da Diretoria Executiva sobre a implantação do projeto piloto para as Diretorias Técnicas e para as Áreas Administrativas.

A formação da Comissão de Meio Ambiente foi concretizada através de um memorando interno enviado pela diretoria a todos os funcionários da instituição. Neste, foi solicitada a colaboração de todos durante a realização das visitas aos laboratórios e implantação do projeto piloto.

A Comissão de Meio Ambiente foi composta por quatro funcionários dos setores administrativos e seis funcionários do corpo técnico da instituição, contemplando não apenas a questão do meio ambiente, mas também os setores de saúde e segurança. Representantes de centros com expressiva geração de resíduos puderam relatar algumas das ações já adotadas em relação à gestão de resíduos e dar sugestões de procedimentos.



### 3.3. Definição de uma estratégia de ação para coleta de dados na fase de diagnóstico

A proposta partiu do pressuposto de que os 40 laboratórios fariam parte do estudo e visou identificar as práticas de gestão e gerenciamento de resíduos adotados através de visitas técnicas. A preparação técnica para as visitas ocorreu através da avaliação das rotinas laboratoriais desenvolvidas nos laboratórios e descritas no sistema de qualidade. O objetivo deste procedimento foi dar prioridade aos laboratórios com maior variedade e/ou geração de resíduos perigosos. Durante um período de dois meses, foram realizadas as visitas aos laboratórios, coordenadas por um membro da comissão. Estas visitas foram guiadas e focadas na identificação da geração de resíduos, manejo e acondicionamento adotados, armazenamento, tratamento, entre outros. Desta forma, obteve-se um panorama geral do gerenciamento de resíduos praticados nos laboratórios.

### 3.4. Mobilização e sensibilização dos laboratórios

Antes do agendamento das visitas, solicitou-se aos diretores das áreas técnicas que mobilizassem os responsáveis pelos laboratórios para a visita técnica. Na reunião geral, alguns representantes de laboratórios solicitaram que um membro da equipe coordenadora fizesse uma explanação sobre o projeto para todos os pesquisadores de sua unidade. Estas reuniões foram conduzidas da forma sugerida pelos responsáveis, sendo algumas imediatamente antes da visita técnica e outras com agendamento prévio.

#### 3.4.1 Levantamento de dados e inventário de resíduos

No início das visitas, o objetivo do projeto foi esclarecido novamente para a equipe do laboratório visitado e foram solicitadas opiniões, recomendações e relatos sobre as dificuldades enfrentadas para gerenciar os resíduos. Considerando a inexistência de um sistema de gerenciamento em fluxo contínuo, também se convencionou separar os resíduos de laboratório em duas categorias: passivo e ativo. Passivo de resíduo é todo o estoque de resíduos existente na unidade geradora, resultante de atividades que não estão na rotina atual do laboratório, e implicam em custo para seu descarte. Já o ativo seria todo o resíduo gerado nas práticas de rotina em vigor e considerando as novas rotinas a serem implantadas no laboratório.

Durante as visitas, foi realizada uma avaliação qualitativa de resíduos gerados nas práticas laboratoriais, visando identificar a geração de resíduos perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II). Os controles técnicos adotados pelos laboratórios quanto ao manejo dos resíduos também foram avaliados. Levantou-se também a existência de passivo nos laboratórios. Por fim, os laboratórios receberam orientações sobre classificação de resíduos para realizarem uma

estimativa de massa ou volume e frequência de geração de resíduos.

Visando hierarquizar e avaliar de forma comparativa, a situação da geração e gerenciamento de resíduos nos laboratórios, utilizou-se a metodologia proposta no diagrama de GUT que considera a gravidade, a urgência e a tendência de um determinado fenômeno para definição de ordens de priorização das ações.

Na gravidade (G), deve ser considerada a intensidade, a profundidade dos danos que o problema pode causar. Na urgência (U), deve ser considerado o tempo para a eclosão do dano ou resultado indesejável. Na tendência (T), considera-se o desenvolvimento que o problema terá na ausência de uma ação. A avaliação dos danos ocasionados por determinada atividade através destes três aspectos é realizada utilizando-se uma escala que varia de 1 a 5 (Meireles, 2001). A Tabela 1 mostra os critérios adotados para diagnosticar os impactos dos resíduos do ativo e do passivo gerados pelos laboratórios da instituição.

Para hierarquização dos resultados, utilizou-se a equação do Índice de Prioridade (IP)=3G+2U+T. Ainda, foram definidos três intervalos de pontuação para denotar a situação dos laboratórios em relação aos critérios adotados: os laboratórios que obtiveram pontuação de 6 a 14 foram considerados como ótimo/bom na gestão de seus resíduos; aqueles com pontuação entre 14 e 22 foram considerados como regular; e os demais com pontuação entre 22 e 30 foram considerados como ruim/péssimo. Para tornar a classificação mais clara, foram utilizadas cores para definir os intervalos: vermelho para ruim/péssimo; amarelo para regular e verde para ótimo/bom. Os laboratórios com igual pontuação receberam o mesmo índice de priorização.

### 3.5. Definição de um modelo de SGRL

Considerando os dados obtidos, foi elaborado um sistema de gerenciamento de resíduos de laboratório (SGRL) contemplando técnicas de manuseio, segregação, acondicionamento, rotulagem e transporte para as Centrais de Armazenamento Temporário de resíduos. A definição de procedimentos pautou-se na legislação e normalização ambiental vigente e seguiu a estrutura de uma Instrução Normativa Técnica (IN-TC), segundo o Sistema de Gestão da Qualidade da instituição. Este tipo de documento tem a função de divulgar os objetivos, as políticas, os procedimentos e as responsabilidades de assuntos de interesse geral, adotados pelo instituto ou exigidos pela legislação vigente, visando organizar e homogeneizar as atividades necessárias ao bom desempenho técnico e administrativo da instituição. O piloto foi conduzido aplicando os procedimentos do SGRL e teve início no Laboratório de Resíduos e Áreas Contaminadas e no Centro de Metrologia em Química, este último composto



Tabela 1. Critérios utilizados para aplicação da ferramenta GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).

	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
Gravidade (G)	Nenhum resíduo tóxico gerado	1
	Massa baixa e periculosidade baixa	2
	Massa alta e periculosidade baixa	3
	Massa baixa e periculosidade alta	4
	Massa alta e periculosidade alta	5
Urgência (U)	Segrega, acondiciona, quantifica, rotula, armazena, trata ou recupera e destina corretamente	1
	Segrega, acondiciona e quantifica	2
	Acondiciona e armazena	3
	Armazena somente	4
	Joga na pia ou no lixo comum	5
Tendência (T)	Não gera resíduo	1
	Gera em longo prazo (2 meses ou mais)	2
	Gera em médio prazo (1 mês)	3
	Gera em pouco tempo (1 semana)	4
	Gera muito (diariamente)	5

Fonte: Elaboração própria

por quatro laboratórios que geram grande diversidade de resíduos. Além das visitas convencionais, foi realizado um levantamento quali-quantitativo através de segregação e quantificação da massa de resíduos. Considerando que muitos resíduos são encontrados no estado líquido e que em termos de tratamento para resíduos sólidos não há manipulação, considerou-se a massa total incluindo-se embalagens e recipientes. Todos os membros das equipes utilizaram devidamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante as operações. Após as orientações iniciais e formação das equipes, iniciaram-se os procedimentos voltados à quantificação, segregação, acondicionamento, rotulagem, armazenamento interno e temporário nas Centrais de Armazenamento de Resíduos.

### 3.6. Estudo de viabilidade de implantação e operação

A partir das propostas para o SGRL, foram identificadas as principais atividades necessárias para sua implantação. As responsabilidades de execução das atividades foram divididas entre diversos setores da instituição. Desta forma, foram concebidos cenários para análise dos recursos humanos e financeiros necessários para a implementação do SGRL.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Avaliação geral da situação de gerenciamento de resíduos

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na priorização dos 38 laboratórios do campus da capital visitados em função do passivo e do ativo gerado e do atual gerenciamento de resíduos, permitindo identificar a prioridade de ações nos laboratórios com maiores problemas na gestão de resíduos.

Constatou-se que, quanto ao passivo, a maioria dos laboratórios possui um bom gerenciamento de seus resíduos, não havendo acúmulo destes em suas dependências. Apenas dois laboratórios foram considerados como ruim/péssimo, indicando que seus passivos devem ser destinados primeiramente. Oito laboratórios foram considerados como regulares na gestão de seus resíduos, recebendo pontuação entre 15 e 20. Os 28 laboratórios restantes receberam pontuação igual a seis, já que não possuem passivo estocado em suas dependências sendo, portanto, considerados como ótimo/bom na gestão de seu passivo. Deve-se considerar ainda que dentro deste grupo encontram-se os laboratórios que não geram resíduos de atividade laboratoriais por prestarem serviços de auxílio técnico ou serviços externos.



Tabela 2. Diagnóstico dos laboratórios em relação à geração e gestão de resíduos (passivo e ativo)

PASSIVO				ATIVO			
Laboratório	Pontuação	Situação	Ordem de Priorização	Laboratório	Pontuação	Situação	Ordem de Priorização
	24		1		24		1
	22		2		24		1
	20		3		24		1
LAQ	19		4		22		2
LPB	18		5		21		3
LRAC	17		6	LCL	21		3
LETMCE	17		6	LV	21		3
LSF	16		7	LPP LBI	21		3
LEO	15		8	LMPD	21		3
LMMC	15		8	LETMCE	20		4
LPP LTC	6		9	LSF LEME	20		4
LMCC	6		9	LEO	20		4
LCSC	6		9	LCP	20		4
LIP LCA	6		9	LPB LEA	19		5
LARA	6		9	LAQ	19		5
LABGEO SA	6		9	LRM	19		5
S C	6		9	LCA	19		5
S E	6		9	LMMC	18		6
SR	6		9	LMCC	18		6
LEME	6		9	LTC	17		7
LCP	6		9	LMM	17		7
LEA	6		9	LCSC LH	17		7
LMM	6		9	LPC LTN	17		7
LME	6		9	SG	16		8
LV	6		9	LIP SEM	15		9
SOG	6		9	SVTE LRAC	14		10
SMMU	6		9	SSRF LARA	14		10
LRM	6		9	LABGEO AS	14		10
LCL LH	6		9	SC SE	6		11
LTN	6		9	SR	6		11
SSRF	6		9	LME	6		11
LPC	6		9	SOG	6		11
LMPD	6		9	SMMU	6		11
SG SEM	6		9		6		11
SVTE	6		9		6		11
LBI	6		9		6		11
	6		9		6		11
	6		9		6		11
	6		9		6		11

Situação dos laboratórios em função da pontuação (P)
Ótima / Boa: $6 \leq P \leq 14$
Regular: $14 \leq P \leq 22$
Ruim / Péssimo: $22 \leq P \leq 30$

Fonte: Elaboração própria

Na avaliação do gerenciamento do ativo, o LCL, o LV e o LPP apresentaram pontuação igual a 24, por isso receberam a primeira colocação quanto à ordem de priorização. O LBI, com 22 pontos, obteve o segundo lugar na ordem

de priorização. Portanto, estes quatro laboratórios foram considerados como ruim/péssimo na gestão de ativo e deverão ser alvo de ações prioritárias para melhorias na gestão de seus resíduos. Vinte e quatro laboratórios foram



classificados como regular quanto à gestão do ativo e receberam pontuações que variaram de 14 a 21 pontos, indicando que ações de maior alcance em relação à gestão do ativo deverão ser implementadas. Por outro lado, dez laboratórios obtiveram classificação bom/ótimo, visto que geram apenas resíduos de escritório (papel, copos plásticos, etc.) ou prestam serviços externos.

Destaca-se que, na priorização de dados, os fatores com maior peso na tomada de decisão são a quantidade e periculosidade dos resíduos gerados. Entretanto, o atual gerenciamento dos resíduos nos laboratórios pode contribuir para a diminuição do IP, no caso dos laboratórios que geram grandes quantidades de resíduos e/ou resíduos perigosos, mas apresentam uma boa gestão em relação a estes; ou para o aumento do IP, no caso daqueles que gerem mal seus resíduos gerados em baixa quantidade e/ou periculosidade.

#### 4.2. Levantamento quali-quantitativo de resíduos gerados

Durante as visitas, foi possível determinar quais classes de resíduos eram geradas em cada laboratório. Uma síntese dos resultados encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Classes de resíduos geradas nos laboratórios.

Resíduos Gerados	Número de laboratórios
Perigosos	10
Perigosos e não perigosos	15
Não perigosos	3
Sem geração	10

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que a maioria dos laboratórios gera resíduos que apresentam periculosidade, indicando a necessidade de um SGRL que englobe toda a instituição. Dez laboratórios não geram resíduos, pois prestam serviços externos e três geram apenas resíduos não perigosos. A partir de dados fornecidos pelos laboratórios e das observações realizadas nas visitas aos laboratórios e outras dependências de armazenamento de resíduos da instituição, foi possível estimar a quantidade de passivo presente atualmente na instituição, assim como realizar uma estimativa da geração anual de resíduos perigosos e não perigosos (Tabela 4).

Tabela 4. Passivo e ativo da instituição.

Resíduo	Passivo (t)	Ativo (t/ano)
Perigosos	12,3	2,3
Não perigosos	31,0	11,0

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que os resíduos não perigosos representam uma grande parcela tanto do ativo quanto do passivo. Adicionalmente, nota-se uma grande geração anual de resíduos, indicando a necessidade de um fluxo para correta destinação destes resíduos para que não haja acúmulo nas dependências do instituto.

Ainda durante as visitas, foram identificadas boas práticas em relação ao gerenciamento de resíduos que podem ser incorporados ao SGRL da instituição, tais como: tratamento de resíduos inorgânicos (Estação de Tratamento de Efluentes Inorgânicos), neutralização de resíduos (Tanque de Neutralização), recuperação de reagentes vencidos, recuperação de resíduos de solventes orgânicos, reciclagem, reutilização e doação de materiais.

Alguns resíduos do passivo que poderiam ser aproveitados em atividades laboratoriais foram mantidos nos laboratórios. Para aqueles fora do prazo de validade, adotou-se a estratégia de “bolsa de resíduos”, ou seja, mesmo fora de validade poderiam ser útil para outro laboratório e outro fim.

Os resíduos para destinação foram segregados de acordo com as famílias químicas, considerando também a compatibilidade, e foram acomodados em caixas. Estas receberam a devida rotulagem com informações que auxiliam na rápida identificação do resíduo, do seu gerador e local de origem. Os dados obtidos foram compilados em planilhas e os resíduos foram transferidos para a Central de Armazenamento de Resíduos Perigosos ou a Central de Armazenamento de Resíduos Não Perigosos, de acordo com a classificação realizada.

Membros da equipe técnica realizaram uma avaliação das empresas atualmente contratadas pela instituição para tratamento e destinação final dos resíduos em relação ao cumprimento e respeito à legislação de transporte e coleta de resíduos. Realizou-se também um levantamento das alternativas de tratamento e disposição final e custos associados e praticados no mercado. A síntese dos resultados foi publicado em Teixeira *et al.*, 2010.

Um amplo levantamento de boas práticas no Brasil e no exterior foi realizado para subsidiar a elaboração do plano de gerenciamento. Além do levantamento bibliográfico, visitas técnicas, palestras e discussões com colegas de outras instituições auxiliaram na definição do sistema proposto no projeto, conforme apresentado em Cora *et al.*, 2010.

#### 4.3. Modelo sugerido de sistema de gestão de resíduos de laboratório (SGRL)

As sugestões para a implantação de um SGRL, resultantes das atividades dos laboratórios da instituição, foram colocadas no documento intitulado “Diretrizes para a implantação de um sistema de Gestão de Resíduos



de Laboratório”. O objetivo do documento foi estabelecer diretrizes e procedimentos para a implementação, operação e monitoramento do SGRL. Desta forma, foram excluídos, por ora, os resíduos de atividades administrativas, como papéis, cartuchos de tintas, resíduos de copa, pilhas, baterias e eletroeletrônicos. O documento foi estruturado como mostra o Quadro 1.

O documento tem início com diversas definições sobre termos do gerenciamento de resíduos. Destacam-se a seguir:

**Sistema de gestão de resíduos de laboratório (SGRL):** Conjunto de etapas associadas ao controle da geração, segregação, acondicionamento e armazenamento, coleta, transferência e transporte, processamento e disposição de resíduos.

**Sistema informatizado para gestão de resíduos (SIGR):** programa computacional via intranet para auxiliar o processo de gestão dos resíduos.

Sugere-se que a implementação do SGRL seja responsabilidade da Área de Gestão de Resíduos (AGR) que também deverá ser implementada. O fluxo do SGRL está apresentado na Figura 2.

Os laboratórios devem desenvolver procedimentos para minimizar e/ou tratar seus resíduos, bem como procedimentos para reciclagem e reaproveitamento.

Entretanto, a implantação de infraestrutura de tratamento de resíduos necessitará de aval da AGR.

Os laboratórios devem elaborar seus procedimentos internos de gerenciamento de resíduos, considerando suas necessidades e particularidades e contendo todas as informações necessárias para o bom gerenciamento, tais como: origem (ensaio, procedimento, equipamento) e características dos resíduos gerados (tipo, periculosidade e quantidade); modo de segregação, classificação, acondicionamento, rotulagem, armazenamento interno temporário e eventual processamento. Além disso, deve-se considerar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários para manipulação dos resíduos; e procedimentos para o caso de acidentes.

O custo para descarte dos resíduos deve estar amparado pelo laboratório ou projeto responsável pela sua geração. Assim, os laboratórios deverão incorporar nos seus orçamentos de projetos e serviços os custos necessários para o tratamento e destinação de resíduos. Quando for dada ao cliente a opção de retirada de restos de materiais e/ou resíduo de ensaio, deve ser assegurado, no caso de se tratar de resíduo perigoso (Classe I), que o cliente atenda a norma de transporte vigente para este caso.

Cada laboratório da instituição deve dispor de uma área em suas dependências para o armazenamento temporário de resíduos do laboratório. Esses locais devem

Quadro 1. Composição do documento com as proposições para o SGRL.

SUMÁRIO
1. Objetivo
2. Termos e Definições
3. Diretrizes Básicas
4. Procedimentos (segregação, acondicionamento, rotulagem, processamento, armazenamento, controle de movimentação de resíduos, solicitação de remoção de resíduos, transferência, armazenamento e transporte nas dependências da instituição, coleta, transporte externo, processamento e destinação final).
5. Responsabilidades
6. Anexo A – Estrutura Organizacional do Sistema de Gestão de Resíduos de Laboratório
7. Anexo B – Fluxo do Sistema de Gestão de Resíduos de Laboratório da instituição
8. Anexo C: Categorias de resíduos definidas pela Comissão de Meio Ambiente durante as visitas aos laboratórios
9. Anexo D - Rótulos Padronizados
10. Anexo E – Exemplos de práticas implantadas nos laboratórios da instituição (quanto ao processamento e tratamento de seus resíduos)
11. Anexo F – Modelo de Ficha de Movimentação Interna de Resíduos
12. Anexo G – Modelo de Ficha de Transporte e Movimentação Interna de Resíduos
13. Anexo H. Referências Bibliográficas



ser autorizados pela AGR e deverão estar devidamente sinalizados. A autorização envolverá um parecer da Coordenadoria de Recursos Humanos (CRH)/Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho.

Os laboratórios devem designar um representante principal, que será seu Representante de Meio Ambiente, e elaborar uma análise dos riscos que as atividades relacionadas à disposição e tratamento de seus resíduos oferecem. Esta análise deve ser revista anualmente e estar contemplada no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) do laboratório. Em função dos riscos definidos e descritos no Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO), o Exame Médico Periódico e o Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) dos envolvidos com o gerenciamento de resíduos devem ser mais específicos e realizados anualmente.

A transferência dos resíduos para o armazenamento temporário interno deve ser realizada mediante o controle do que está sendo transferido e depositado. O Representante de Meio Ambiente do laboratório deverá acompanhar as movimentações, garantindo o registro e perfeitas condições do armazenamento. Quando o armazenamento

interno estiver próximo ao limite da sua capacidade, os resíduos serão cadastrados pelo Representante de Meio Ambiente do laboratório no banco de dados da instituição no SIGR para solicitação de remoção, informando os dados relativos ao resíduo. Somente após a realização deste procedimento, será gerada a solicitação para a retirada e transferência dos resíduos.

Após o processamento do pedido pela AGR, sugere-se que o laboratório seja informado por mensagem eletrônica ou por telefone sobre a data prevista para a execução do serviço. Os recipientes contendo resíduos que não apresentarem rótulo de identificação ou que apresentarem sinais de deterioração não devem ser coletados.

A transferência dos resíduos para as Centrais de Armazenamento de Resíduos ou para o tratamento nas unidades disponíveis na instituição ficará sob a responsabilidade da AGR com apoio da Coordenadoria de Gestão do Patrimônio (CGP)/Transportes e da CRH/Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho. Para movimentação dos resíduos, será utilizado um equipamento elétrico de transporte ou os caminhões da instituição, dependendo do caso.

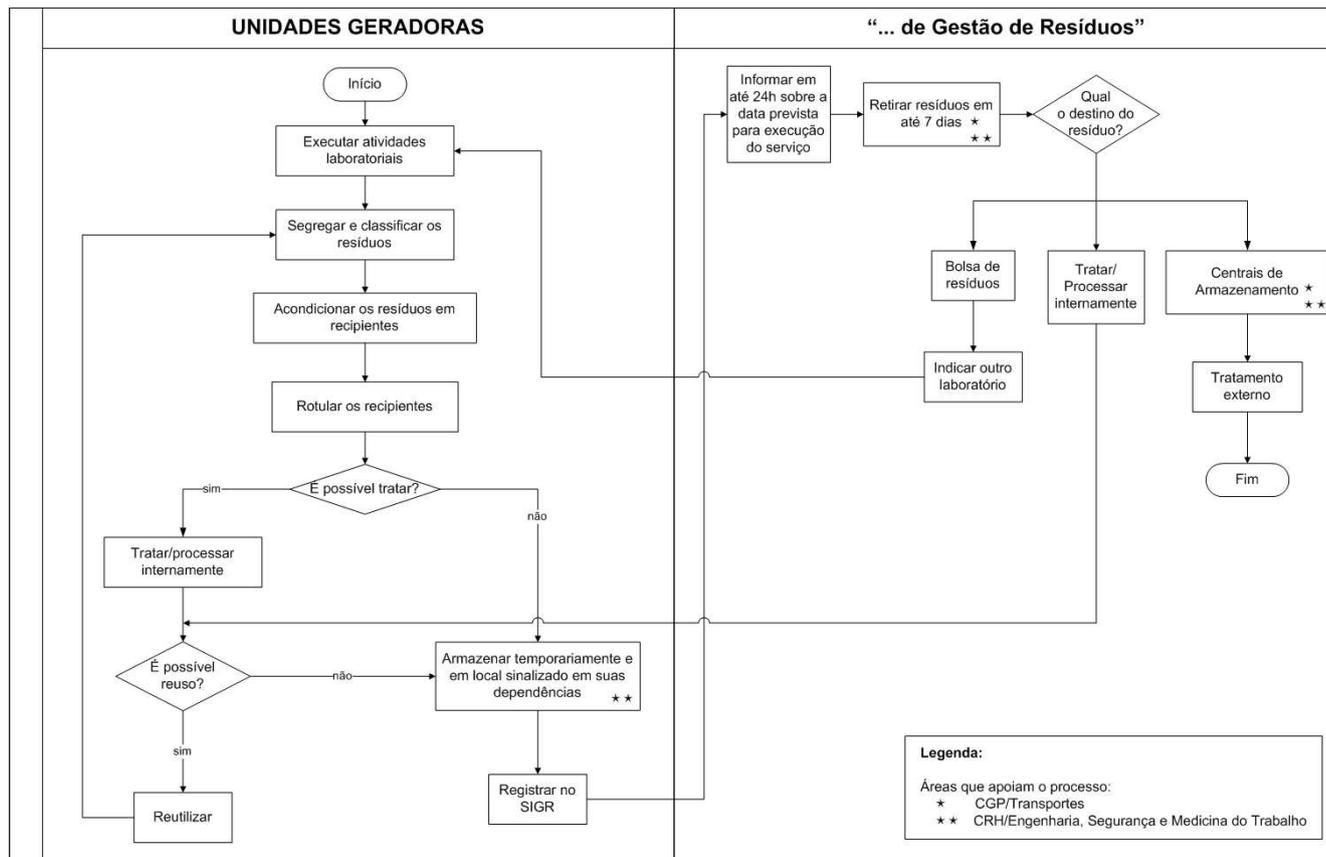


Figura 2. Fluxo do Sistema de Gestão de Resíduos de Laboratório.

Fonte: Elaboração própria



A remoção dos resíduos será feita mediante a assinatura da Ficha de Transporte e Movimentação Interna de Resíduos, a ser gerado pelo SIGR, que deverá ser impressa em duas vias, assinadas pelo responsável pela entrega e pelo receptor dos resíduos. O laboratório deverá guardar todas as fichas geradas.

A coleta, o transporte externo, processamento e destinação final serão realizados por empresa contratada. A solicitação de compra, preparo da documentação, seleção e contratação de empresa ficarão a cargo da "Área de Gestão de Resíduos da instituição". A área avaliará, em consonância com os demais envolvidos, as melhores formas de processamento e destino final.

A instituição deve manter em seus arquivos, por um período de 5 anos, as notas fiscais de transporte e os vistos de recebimento dos resíduos pelo responsável por sua destinação final, sendo isto um requisito para a obtenção e renovação do CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental). A instituição deve contratar somente transportadoras aptas, possuidoras do Registro Nacional de Transportes Rodoviários de Bens (RTB) e os veículos utilizados por estas devem ser

compatíveis com o tipo de resíduo a ser transportado e com o tipo de embalagem para acondicioná-lo, de modo a garantir a integridad e estanqueidade das embalagens e evitar espalhamento do resíduo durante o transporte.

#### 4.4. Avaliação de viabilidade de implantação e custos

As atividades identificadas como necessárias para a implementação do SGRL estão apresentadas na Figura 3. Nota-se que as atividades não são pontuais, ou seja, elas precisam ser realizadas frequentemente para que não haja acúmulo de resíduos na instituição e para que os procedimentos sejam readequados, se necessário.

Foram também atribuídas responsabilidades quanto ao SGRL a diversos setores da instituição, como mostra a Figura 4.

A partir do diagnóstico observado, das diretrizes propostas e das atividades supracitadas, foram elaborados dois cenários: o primeiro com a implantação do sistema ocorrendo em um ano e o descarte do passivo e do ativo sendo realizados simultaneamente; e o segundo com o prazo de dois anos para implementação do sistema, com o passivo sendo destinado antes do ativo (Tabela 5).

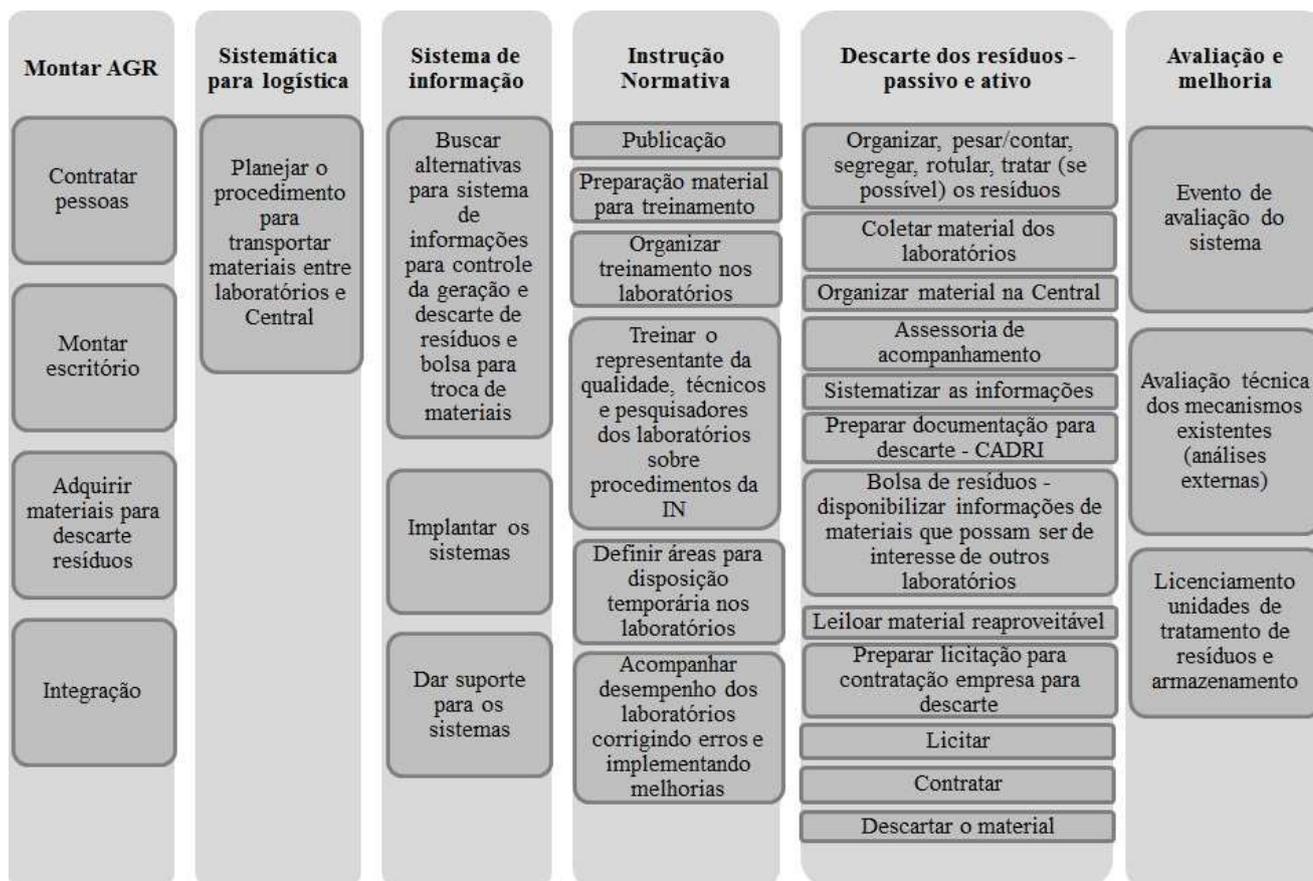


Figura 3. Atividades para a implantação do SGRL.

Fonte: Elaboração própria

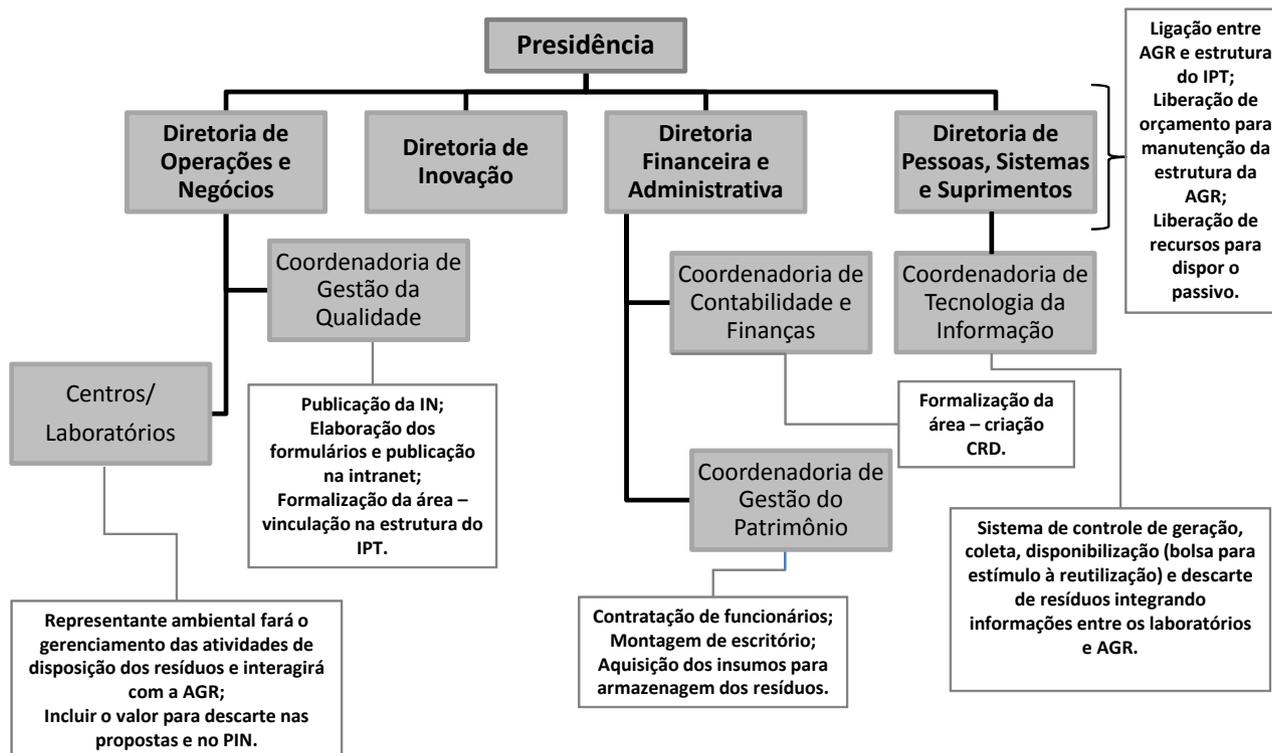


Figura 4. Tarefas para a implantação do SGRL.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5. Cenários propostos para a implantação do SGRL.

CENÁRIO 1		CENÁRIO 2	
Ano 1	Implantação do sistema completo Montagem da AGR; ▪ Implantação do sistema e descarte do passivo e do ativo conjuntamente.	Ano 1	Descarte do passivo e estruturação do sistema ▪ Descarte do passivo com a sistematização das informações; ▪ Implementação do sistema de informações de gerenciamento de resíduos.
		Ano 2	Implementação do sistema de gestão de resíduos ▪ Montagem da AGR; ▪ Implementação do sistema para controle do ativo.

Fonte: Elaboração própria

Os custos referentes aos dois cenários foram comparados com uma projeção de três anos. Para tanto, assumiram-se as seguintes premissas:

- Para a operação da AGR, seria necessária a contratação de um analista trainee e um técnico;
- Os funcionários da CGQ apoiariam a operação nos laboratórios;
- O montante de passivo seria o identificado no projeto SMS CTInfra;
- O montante de ativo seria o identificado no projeto SMS CTInfra;

e) Orçamento para sistema de gestão de resíduos e bolsa de resíduos; e

f) O trabalho de organização e treinamento das equipes seria realizado pela AGR com apoio da CGP, CGQ, CRH e equipe CETAE.

Os custos dos cenários foram comparados ao longo de três anos na Figura 5. O custo do primeiro ano no cenário 1 é quase o dobro do observado no cenário 2; no segundo ano, a diferença entre os cenários é sutil, mas ainda ligeiramente superior no cenário 1. No terceiro ano, os custos são semelhantes para os dois cenários.

Desta forma, a implementação do SGRL deverá seguir a proposta do cenário 2, visto que apresenta um menor custo e exige menor tempo hábil para a implementação.

## 5. CONCLUSÕES

A implementação de um sistema de gestão de resíduos em grandes instituições de ensino e pesquisa não é um processo rápido. Dos fatores que explicam esta lentidão, o mais relevante é a não imposição de regulação que as obrigue a obter licença ambiental, o que faz com que estas questões fiquem negligenciadas, ou demorem a entrar na

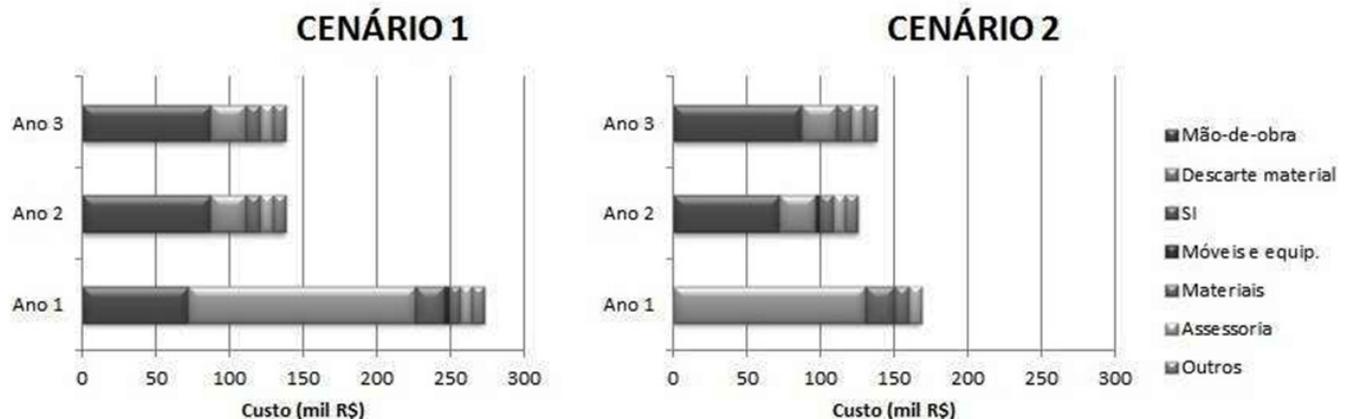


Figura 5. Custo dos dois cenários para implementação do SGRL.

Fonte: Elaboração própria

agenda da instituição. Outro fator que pode ser apontado é a necessidade de envolvimento de diversos setores da instituição para sua implantação, o que demanda a articulação de várias áreas, negociação para obtenção de recursos, capacitação e envolvimento de vários funcionários e, portanto, enseja uma longa trajetória de convencimento de pessoas, além do desenvolvimento de procedimentos e medidas administrativas para integração das diversas partes que compõem o sistema, demandando tempo para estruturação e implantação.

Já os fatores que apoiam positivamente a implantação destes sistemas são: a pressão da sociedade pela preocupação ambiental que não imuniza estas instituições e a própria consciência de seus profissionais, principalmente os envolvidos em pesquisas sobre questões ambientais, que pressionam na direção da implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos.

As instituições de pesquisa devem identificar em seus sistemas de gerenciamento de resíduos as possibilidades de melhorias em seu desempenho ambiental, visto que isto é necessário para atender às demandas e exigências do mercado que vem pressionando para uma maior consciência e adoção de políticas adequadas frente às questões ambientais. Além disso, há uma questão de imagem frente à sociedade e também as possibilidades para diminuição dos desperdícios e custos de materiais. Como principais desafios para a implantação do SGRL, encontram-se a necessidade da AGR ser institucionalizada, a mudança de cultura de todos os funcionários da instituição e o contínuo aporte de melhorias e investimentos.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, aos membros da

Comissão de Meio Ambiente da instituição, à colaboradora do projeto Camila Corá Ramires e aos demais funcionários da instituição envolvidos com o projeto.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. **Tratamento de Resíduos Químicos: guia prático para a solução dos resíduos químicos em instituições de ensino superior.** São Carlos: RiMa, 2005. 104 p.

ASHBROOK, P. C. Elements of a role model hazardous waste management program for academic institutions. **Chemical Health & Safety**, v. 8, n. 2, pp. 27-29, set./out.2001.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous wastes in academia. **Environmental Science & Technology**, v. 19, n. 12, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004b.

\_\_\_\_\_. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004c.

\_\_\_\_\_. **NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.** Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 11174/90: Armazenamento de resíduo classe II – não inerte e III – inerte – Procedimento.** Rio de Janeiro, 1990.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a



Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 03 de agosto de 2010.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 02 de setembro de 1981.

CORA, C.; MORAES, S. L.; MÁNEO, F. P.; TEIXEIRA, C. E. Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Instituições de Ensino e Pesquisa no Brasil: Ações e Perspectivas. In: X Sibesa - Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010, Maceió. **Anais...** Rio de Janeiro: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010. pp. 3 - 074.

DE CONTO, S. M. (Org.). **Gestão de resíduos em universidades**. Caxias do Sul: EducS, 2010. 319 p.

ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, pp. 22-23, jan./abr. 2009.

FOSTER, B. L. The chemical inventory management system in academia. **Chemical**

**Health & Safety**, v. 12, n. 5, pp. 21-25, set./out. 2005.

\_\_\_\_\_. Principles of laboratory safety management in academia. **Chemical Health & Safety**, v. 10, n. 12, pp. 13-16, mar./abr. 2003.

IMBROISI, D. et al. Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 404-409, 2006.

IZZO, B. M. Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. **Chemical Health & Safety**, v. 7, n. 3, pp. 29-33, mai./jun. 2000.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 21, n. 5, pp. 671-673, 1998.

MOONEY, D. Effectively minimizing hazardous waste in academia: the green chemistry approach. **Chemical Health & Safety**, v. 11, n. 3, pp. 24-28, mai./jun. 2004.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**: Organizações com foco no cliente. Série Experiência Empresarial, 2. ed. v. 2. São Paulo: Ed. Arte & Ciência. 2001.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 2, p.118-124, 2006.

REICHERT, G. A.; TEIXEIRA, C. E. Plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. In: **Transversal**: capacitação de gestores em saneamento ambiental; orgs. Alexandra Rodrigues Finotti, Vania Elisabete Schneider, Joice Cagliari, Caxias do Sul, RS: RECESA, 2009. 345 p.

TAUCHEN, J. A. et al. Análise qualitativa e quantitativa das práticas de sustentabilidade das instituições de ensino superior. In: XI Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ENGEMA, 2009.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, v.13, n. 3, pp. 503-515, set./dez. 2006.

TEIXEIRA, C. E. ; MÁNEO, F. P.; CORA, C.; MORAES, S. L.; ZEITUNE, C. M. Resíduos Perigosos e Não-Perigosos Gerados em Laboratórios: Alternativas de Tratamento e Disposição Final. In: VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental: Inovação Tecnológica e Gerenciamento Ambiental, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES - Seção Rio Grande do Sul, 2010.



## DESIGNING OF A LABORATORY WASTE MANAGEMENT SYSTEM: CASE STUDY OF A RESEARCH INSTITUTE

---

### Abstract

*After the approval of the National Solid Waste (PNRs) in 2010, the solid waste management has been widely discussed. Institutions associated with education, research and service are also generating waste and must meet the legal and technical requirements. According to the type of institutions and their laboratory management many type of residues are generated and some of them can be danger. Thus, as the processing industries, these institutions need to prepare their management plans and develop actions for the implementation of a waste management plan. This paper aims to present a waste management system proposed for a research institution. As part of the management system it was made a diagnosis that indicated the need for priority measures in certain laboratories and a waste management system of laboratories (WMSL), whose implementation and operation should involve various sectors of the institution. The proposed system aims to meet the requirements of legislation and the market on environmental issues, reducing waste and improving the image of the institution as a consequence*

**Keywords:** *Waste Management, Laboratories Wastes, Management Systems, Dangerousness. Research Institutions*

---