

## GESTÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: MELHORES PRÁTICAS E PERSPECTIVAS

Emanuela Saramento (\*), Alexandra Rodrigues Finotti, Ariane Laurenti, Renata Martins Pacheco, Sara Meireles

\* Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Campus Reitor João David Ferreira Lima, e-mail: saramento@hotmail.com

### RESUMO

A problemática da geração dos resíduos químicos se apresenta como um desafio para as Instituições de Ensino Superior (IES), não pela quantidade gerada, mas sim pela diversidade e pela complexidade desses resíduos, o que acaba dificultando a padronização do tratamento e/ou disposição final para todos. Um dos problemas mais graves relacionados à inexistência ou ao mau gerenciamento desses resíduos refere-se aos danos ambientais. A problemática ambiental está relacionada à ausência de tratamento e a incorreta disposição final desses resíduos. Todavia, visando melhores práticas de gestão e gerenciamento de resíduos químicos algumas IES do Brasil vêm trabalhando para criar planos de gerenciamento e tratarem seus resíduos químicos, visando à diminuição dos danos gerados ao ambiente. Nessa conjuntura, o objetivo desse artigo é reunir experiências de gestão e gerenciamento de resíduos químicos em IES por meio de revisão bibliográfica. Com base nos referenciais levantados foi construído um quadro evidenciando as boas práticas e sua relevância para o meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** gestão de resíduos, resíduos químicos, instituições de ensino.

### INTRODUÇÃO

A intensa geração dos resíduos sólidos é um dos grandes problemas ambientais na atualidade. Essa preocupação está cada vez mais presente no governo, nas indústrias e nas instituições de ensino. No âmbito das Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil, a preocupação mais efetiva com a gestão de resíduos começou no fim da década de 80 e início da década de 90, a partir das experiências com coleta seletiva, seguida pelo gerenciamento dos resíduos químicos, dos resíduos de serviços de saúde e dos resíduos radioativos (ARAÚJO, 2002).

Conforme o porte da instituição o volume gerado de resíduos pode ser equivalente à geração de um pequeno município. Uma das características da geração de resíduos das IES é a diversidade desses resíduos variando dos comuns a perigosos (ARAÚJO, 2002). Nesse cenário a geração dos resíduos químicos em IES configura-se com mais uma particularidade que é a composição dos resíduos gerados. Esses resíduos são provenientes dos laboratórios durante a realização das atividades didáticas e de pesquisa e ou/extensão.

Nessa conjuntura a gestão e o gerenciamento dos resíduos químicos se apresentam como um desafio para as IES pela dificultosa tarefa de estabelecer um tratamento ou uma disposição final padronizada para todos os resíduos químicos; o custo de destinação final desses resíduos e o custo da repercussão negativa da imagem como instituição de ensino quando há lacunas no gerenciamento (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).

Nesse contexto, o objetivo desse artigo foi reunir experiências de gestão e gerenciamento de resíduos químicos em IES por meio de revisão bibliográfica. Com base nos referenciais levantados, foi construído um quadro evidenciando as boas práticas e sua relevância para o meio ambiente, assim como serão indicadas as perspectivas para o tema. Com essa finalidade, o artigo se estrutura em seções. Após a contextualização do estudo se apresenta o método de pesquisa adotado, na sequência o quadro temático e para finalizar, se descrevem as considerações finais e as referências bibliográficas utilizadas.

### RESÍDUOS NAS IES

As IES geram resíduos de natureza variada e que são comparáveis a núcleos urbanos, com relação aos problemas que causam (ARAÚJO, 2002). Essas têm uma estrutura física e funcionamento similar ao de uma

pequena cidade na qual os departamentos dotados de laboratórios experimentais podem ser comparados às indústrias do meio urbano (SOUZA, 2005).

Tendo por base a estrutura organizacional de uma IES na Figura 1 é possível deduzir quais os resíduos gerados nesses estabelecimentos de ensino.

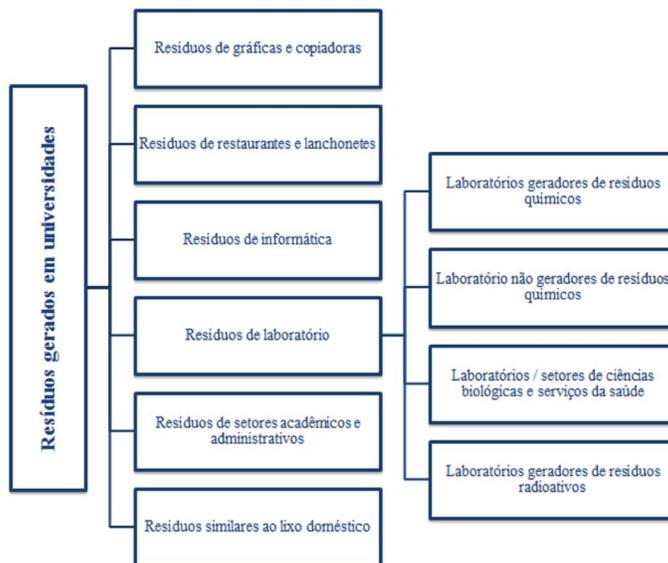


Figura 1 - Fontes de resíduos gerados em IES. Fonte: Adaptado de Souza (2005).

Conforme Souza (2005),

- Os resíduos de gráficas e copiadoras são compostos basicamente por papel, restos de tintas de impressão e restos de equipamentos de impressão e/ou copiadoras desativadas.
- Os resíduos de restaurantes e lanchonetes são basicamente compostos por matéria orgânica putrescível (restos de alimentos) e papéis plásticos de embalagens.
- Os resíduos de informática são compostos por cartuchos de tintas de impressoras desativadas e partes de microcomputadores não utilizados. Estes resíduos geralmente são depositados no sistema de coleta de resíduos similares aos domiciliares ou em salas e compartimentos de despejo.
- Os resíduos de setores acadêmicos e administrativos dentro da universidade são resíduos gerados em salas de aula, secretarias, gabinetes, biblioteca, ateliês, etc. São compostos basicamente por papéis, restos de cartuchos de impressão, plásticos e demais materiais de escritório.
- Os resíduos similares aos resíduos domésticos são os resíduos gerados na universidade toda que geralmente são despejados em lixeiras espalhadas pelo campus ou em lixeiras dentro das edificações. Estes resíduos são compostos por resíduos orgânicos (restos de comidas, papéis, plásticos, etc.) e por alguns materiais inertes como vidro e metais.
- Os resíduos de construção civil e demolições dentro da universidade são os mesmos que os resíduos de construção e demolição urbanos.
- Os resíduos de limpeza do campus e podas de árvores são os mesmos que os resíduos de limpeza pública e podas de árvores dentro dos resíduos urbanos.
- Os resíduos de laboratórios podem ter origem em laboratórios de ciências biológicas e da saúde, laboratórios geradores de resíduos químicos e laboratórios não geradores de resíduos químicos como laboratórios de mecânica dos solos, pavimentação, cerâmicos, polímeros, metais, etc.



- Os resíduos radioativos são resíduos provenientes da utilização de radioisótopos, que geralmente se encontram em setores e laboratórios de biologia e saúde, laboratórios químicos e outros.

Tendo clara a diversidade dos resíduos gerados em universidades é substancial o conhecimento das características desses resíduos já que elas possibilitam a seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final.

Os resíduos que apresentam maior risco são gerados nos laboratórios, em ensino, pesquisa e/ou extensão (SAQUETO, 2010). Um mesmo laboratório pode abranger atividades de ensino pesquisa e/ou extensão, mas cada setor desses pode gerar resíduos específicos. Em um laboratório várias pesquisas ocorrem ao mesmo tempo e os resíduos gerados nessa prática podem não ser conhecidos, pois a natureza dos reagentes pode ser desconhecida (SAQUETO, 2010). Nas universidades existem laboratórios de genética molecular, anatomia, química, entre outros e cada um pode gerar resíduos que se enquadram em diferentes categorias: químicos, biológicos, radioativos, comuns.

### **RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE IES**

Os resíduos químicos enquadram-se na classificação pela NBR 10004 (ABNT, 2004) como resíduo Classe I - perigoso, devendo ser segregado, manipulado, coletado, tratado e disposto sob condições especiais. Nos estabelecimentos de ensino e pesquisa os resíduos químicos são provenientes dos laboratórios durante a realização das atividades didáticas e de pesquisa (ARAÚJO, 2002). Os institutos, universidades e faculdades que utilizam produtos químicos em suas rotinas de trabalho, têm sido confrontados, ao longo de muitos anos, com o problema relacionado ao tratamento e à disposição final dos resíduos gerados em seus laboratórios de ensino e pesquisa (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

Cada área de atuação possui uma característica intrínseca quanto aos tipos de produtos utilizados e aos tipos de amostras analisadas. Os resíduos gerados em laboratórios de IES apresentam baixo volume, mas grande diversidade de composições. Há basicamente dois tipos de resíduos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: o ativo, gerado nas atividades rotineiras da unidade geradora e o passivo, que compreende o resíduo estocado, na maioria das vezes de forma inadequada e geralmente não caracterizado, aguardando a destinação final (JARDIM, 1998). De maneira geral, esse problema atinge graves proporções e tem sido relegado a um plano secundário. Na maioria dos casos esses resíduos infelizmente acabam sendo descartados na pia do laboratório.

### **GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS**

A relevância de um programa de gestão e gerenciamento de resíduos químicos reside na arte de transformar resíduos químicos em matéria-prima e de transformar práticas cotidianas inconsequentes em consciência ética em relação ao uso ao descarte de produtos químicos (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005). As operações efetuadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos compreendem em geral, as etapas de separação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final. O que muda de um sistema para outro são as técnicas e os procedimentos utilizados em cada uma dessas etapas, em função de características do próprio resíduo e da sua fonte de geração (ARAÚJO, 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, prevê a hierarquização na gestão dos resíduos em seu Art. 9º não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Logo, a implantação da gestão de resíduos deve obedecer a uma escala de prioridades que estimule, a princípio: (a) a prevenção da geração de resíduos, deve-se evitar sempre que possível a geração, isto pode ser obtido pela modificação de um processo qualquer (ou método analítico), substituição de matérias-primas ou insumos, esta etapa é a mais difícil de ser atingida, uma vez que a busca incessante por resultados é uma realidade atual; (b) minimização da geração, estimularem o reaproveitamento do resíduo inevitavelmente gerado podendo ser através da reciclagem, recuperação ou reutilização (c) o tratamento, a penúltima prática a ser realizada, definida na escala de prioridades é a forma mais usual praticada nas universidades são a neutralização ácido/base e a precipitação química de metais; (d) e por fim dispor adequadamente os resíduos o que pode ser realizado em aterros ou outros locais apropriados (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

No entanto, visando à implantação da gestão e gerenciamento dos resíduos químicos, várias instituições federais, estaduais e particulares do Brasil vêm trabalhando para criar planos de gerenciamento e tratar seus resíduos, visando à diminuição dos danos gerados ao ambiente (AFONSO et. al., 2003).

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desse artigo consistiu em levantamento bibliográfico a partir de publicações de artigos nacionais de gestão e gerenciamento dos resíduos químicos em IES. A partir do material bibliográfico coletado foram extraídos exemplos práticos para evidenciar as boas práticas e seus ganhos ambientais, assim como identificar tendências e lacunas de conhecimento. Finalmente, construiu-se um quadro buscando destacar como essas experiências podem ajudar na gestão e no gerenciamento dos resíduos químicos nas IES.

## BOAS PRÁTICAS EM GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

No intuito de ilustrar a possibilidade de aplicação de práticas de gestão e gerenciamento de resíduos químicos em IES, a Tabela 1 elenca práticas realizadas nesse sentido, além de seus principais ganhos ambientais percebidos pelos seus autores.

**Tabela 1 - Práticas de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em IES. Fonte: Autores.**

IES	Práticas de gestão e gerenciamento	Principais benefícios ambientais
Universidade de São Paulo (USP) Laboratório de resíduos químicos – Campus I de São Carlos – SP (LRQ-São Carlos)	Criação de um único laboratório capaz de tratar os resíduos químicos provenientes de todos os laboratórios com atividades químicas do campus. Destinado a tratar e recuperar efetivamente os resíduos químicos. Uma parte do material recuperado retorna às unidades dos laboratórios para serem utilizados (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2005).	- Redução no consumo dos recursos naturais pela reutilização após a recuperação e reaproveitamento dos resíduos químicos.
Universidade Federal do Paraná (UFPR) Laboratórios do Departamento de Química	Um programa de gerenciamento montado em jornadas anuais em cinco etapas: 1) Coleta e tratamento; 2) Armazenamento; 3) Licenciamento (para transporte e coprocessamento); 4) Transporte; e 5) Coprocessamento (CUNHA, 2001).	- Diminuição do passivo ambiental em aterro controlado e incineração pela opção do coprocessamento.
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) – Campus Erechim	Implantação do programa de gerenciamento de resíduos químicos obtendo principalmente a diminuição dos rejeitos acondicionados e redução do consumo de reagentes, aumento dos resíduos reaproveitados (DEMAMAN et. al., 2004).	- Diminuição dos rejeitos acondicionados e descarte adequado dos rejeitos.  - Redução da geração dos resíduos químicos.  - Redução no consumo dos recursos naturais pela recuperação e reutilização dos resíduos.
Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)	Trabalho de análise sistemática de reagentes e resíduos sem identificação resultou em reutilização para doação de 472 reagentes para escolas públicas representando 60% do total analisado; oferta à comunidade universitária	- Diminuição da quantidade de resíduos a ser incinerado.  - Diminuição da aquisição do excesso de reagentes, com isso redução no consumo de recursos

IES	Práticas de gestão e gerenciamento	Principais benefícios ambientais
	representando 30% (AFONSO et.al, 2003).	naturais. - Fomento aos laboratórios de ensino da rede de escolas públicas.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Instituto de Química	Desenvolvimento de programa de computador para organização de informações detalhadas sobre os diferentes tipos de resíduos produzidos e passíveis de recuperação. A meta principal do programa é tornar úteis os resíduos gerados nos laboratórios e minimizar a quantidade daqueles que necessitam um descarte definitivo. Bons exemplos de reaproveitamento de resíduos (AMARAL et.al, 2001).	- Redução no consumo de recursos naturais pelo reaproveitamento dos resíduos.  - Diminuição da geração de resíduos químicos.  - Minimizar quantidade de resíduos a serem descartados.
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	Elaboração de normas e procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos nas unidades da UFSCar junto às fontes geradoras (SASSIOTO; SALVADOR; CORNETO, 2004).	- Profissionalização e distribuição das responsabilidades no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Laboratórios de Ensino em Química	Implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) em laboratórios do Setor de Química Analítica. Etapas como identificação dos resíduos químicos gerados, classificação e quantificação dos resíduos ativos e passivos, elaboração das Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPOQ) fizeram parte do PGR, bem como a criação futura de uma bolsa de resíduos (COLLOVINI et. al, 2014)	- Profissionalização e distribuição das responsabilidades no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.  - Sustentabilidade financeira às práticas de gerenciamento de resíduos laboratoriais.
Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP)	Implantação de um programa de gerenciamento resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa. O laboratório desenvolve um programa de gerenciamento dos resíduos proporcionando condições de desenvolvimento de tecnologia de separação e produção de inúmeros compostos enriquecidos nos isótopos <sup>15</sup> N e <sup>34</sup> S (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).	- Agregação de valor ambiental caracterizando-o como tecnologia limpa, em conformidade com os conceitos de “química limpa” e os padrões internacionais exigidos pela legislação ambiental.

A maioria dos trabalhos abordou maneiras de recuperação e reutilização dos reagentes justificando que assim reduzem custos e menos resíduos são encaminhados para disposição final em aterros ou incineradores, além de estruturarem melhor o sistema de gestão e gerenciamento das instituições. A correta distribuição das responsabilidades de todos os envolvidos no ciclo de vida dos resíduos químicos, desde sua geração até a disposição final, apareceu como um ponto central para o sucesso de um sistema de gerenciamento.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o levantamento bibliográfico realizado neste artigo foi possível identificar que a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos em IES, em especial de resíduos químicos, é um tema importante e atual. Novas regulamentações sobre o assunto surgem e a conscientização sobre a relevância do tema está aumentando, o que obriga a criação de novas estratégias de gestão e gerenciamento desse tipo de resíduo.

Este artigo identificou e reuniu boas práticas que são desenvolvidas por IES na gestão e gerenciamento de seus resíduos químicos, indicando as perspectivas sobre o tema.

Este estudo foi de caráter exploratório e convém salientar que os exemplos citados não reflete a totalidade das IES que se preocupam com a gestão e o gerenciamento dos resíduos químicos e que já tenham publicado suas boas práticas. Espera-se que, como consequência, que mais estudos sejam desenvolvidos nesta relevante área, além de servir como incentivo para a publicação de boas práticas por parte das IES.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFONSO, J. C; et al. (2003). Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, São Paulo, v.26, n. 04, p. 602-611, 2003.
2. ALBERGUINI, L.B. A; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O. **Tratamento de Resíduos Químicos**: guia prático para a solução dos resíduos químicos. 1ª edição. São Carlos: RIMA. 2005. 104 p.
3. AMARAL, S.T. (2001). Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, Campinas, v.24, n.3, p.419 -423, out.2001. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n3/a22v24n3.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2014.
4. ARAÚJO, V.S. (2002). **Gestão de resíduos especiais em universidades: estudo de caso da universidade Federal de São Carlos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002. Disponível em: < [http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=236](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=236)>. Acesso em: 28 dez. 2014.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
6. BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 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. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 03 de jan. 2015.
7. COLLOVINI, G. T. Implantação de plano de gerenciamento de resíduos em laboratórios de ensino em química na UFSM. In: XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para implantação da política nacional, Brasília. **Resumos...** Disponível em:< [http://www.abes-df.org.br/upload/estudo/2014\\_10\\_01/i-062.pdf](http://www.abes-df.org.br/upload/estudo/2014_10_01/i-062.pdf)>. Acesso em: 03 de abr. 2015.
8. CUNHA, C. J. (2001). O programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais do departamento de química da UFPR. **Química Nova**, v. 24, n. 3, p. 424-427, 2001. Disponível em:<<http://www.s bq.org.br/publicacoes/quimicanova/qnol/2001/vol24n3/22.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2014.
9. DEMAMAN, A. S. et al. (2004). Programa de Gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim. **Química Nova**, v.27, n.4, p. 674-677, 2004. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422004000400026](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000400026)>. Acesso em: 12 dez. 2014.
10. JARDIM, W.F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. (1998). **Química Nova**, Campinas, v.21, n.05, p.671- 673, dez.1998. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>>. Acesso em: 18 de jun. 2014.
11. NOLASCO, F. R; TAVARES, G. A; BENDASSOLLI, J. A. (2006). Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.11, n. 02, p. 118-124, abr/jun.2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522006000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000200004)>. Acesso em: 19 jun.2014.
12. SAQUETO, K.C. **Estudo dos resíduos perigosos do campus de Araras da Universidade Federal de São Carlos visando a sua gestão**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010. Disponível em:< [http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_arquivos/11/TDE-2010-10-21T084837Z-3348/Publico/3259.pdf](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_arquivos/11/TDE-2010-10-21T084837Z-3348/Publico/3259.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2014.



13. SASSIOTO, M. L.P; SALVADOR, N. N.B.; CORNETO, E.C. Gerenciamento de resíduos químicos na Universidade Federal de São Carlos. In: 3º Encontro Nacional de Segurança Química, Niterói, 1 CD-ROM, 2004.
14. SOUZA, K. E. **Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de universidades.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em:< [http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=558](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=558)>. Acesso em: 15 dez. 2014.
15. TAVARES, G. A; BENDASSOLLI, J.A. (2005). Implantação de um programa de gerenciamento resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP, **Química Nova**, Campinas, vol.28, n.4, 2005.