



# Aplicação das ferramentas da qualidade no ensino e aprendizagem em Química

L. J. B. Mendes,<sup>a</sup> R. B. de Castilho<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, 2<sup>o</sup> andar do bloco o8, Setor Norte do Campus Universitário Sen, Arthur Virgílio, Av. Rodrigo Octávio 6.200, Coroado 69077-000, Manaus, AM.

## ARTICLE INFO

**Received:** 25 Sept. 2013

**Accepted:** 10 Oct. 2013

**Keywords:**

Qualidade no ensino.  
Qualidade no aprendizagem.  
Química.

**E-mail addresses:**

[bobcast@gmail.com](mailto:bobcast@gmail.com)  
[wasptoch@gmail.com](mailto:wasptoch@gmail.com)

ISSN 2007-9842

© 2014 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

The safety and quality requirements are essential for a good work at the teaching or research laboratories. Without safety, there is no quality, and without quality, there is no product. These concepts are also related to the learning and teaching since professors and students are affected, sometimes harmfully, in case of the lack of obedience to the safety and quality principles. Realizing the importance of respecting the good laboratory practices (GLP) as working at the industry and official laboratories, we have developed a new teaching strategy for integrating the GLP knowledge and practice at the same time, evaluating the students learning with Quality parameters. We have used a well-know GLP method conjugated with the 5S Japanese philosophy as searching for better results, in terms of students compromising and yielding. During this study, we have searched to implement the Quality and Safety principles at the UFAM chemical laboratories, focusing not on the process or the laboratory structure but on the people who work on it, because we realized that the student is the most important parameter. Collecting data from a questionnaire and check-lists during the experimental lessons, we have noticed a poor knowledge of the most basic principles related to the Safety and Quality, increasing the odds for an accident during work and for a product (analysis) that do not attend to requirements expected. Reducing data with statistical methods, we have quantified the problem and we propose actions to improve the results. The methodology includes the application of questionnaires for students as generating data to construct the pareto and the statistical process control charts for quantify data. We realized that students which have had a prior GLP instruction as being instructed since the beginning of the course showed a substantial improvement, in terms of both knowledge and quality of the experimental activity. The use of quality tools for teaching and learning seems to be promising as pointing out strategies for improving the performance during experimental classes.

Os requisitos básicos de Qualidade e Segurança são essenciais para o bom funcionamento de um laboratório, seja ele de ensino ou de pesquisa. Sem Segurança não há Qualidade, e sem Qualidade, não há produto. Esses aspectos também estão relacionados ao ensino e ao aprendizado, pois alunos e professores são afetados, muitas vezes de forma prejudicial, pela inobservância aos princípios da Qualidade e da Segurança. Percebendo a importância de se realizar as atividades laboratoriais segundo as Boas Práticas, pois esta é a forma de trabalho adotada nas indústrias e nos laboratórios oficiais, iniciamos uma nova estratégia de ensino, baseada no conhecimento e na vivência das Boas Práticas, integrando atividade e conhecimento, com avaliação dessa aprendizagem segundo os parâmetros da Qualidade. Utilizamos os métodos já existentes no mercado como as BPL, juntamente com a filosofia Japonesa de 5S, como uma melhor forma de transmitir esse conhecimento e de se ter um maior comprometimento e rendimento dos alunos. Durante esse processo, procuramos formas de implementar os princípios de Qualidade e Segurança nos Laboratórios de Química da UFAM, com foco na pessoa, e não no processo ou na estrutura física, pois entendemos que o aluno é o parâmetro mais importante. Através de um levantamento de dados a partir de questionários e *check-lists* nas aulas laboratoriais, observamos uma falta

---

de conhecimento dos princípios mais básicos de Qualidade e da Segurança, o que aumenta o risco de acidentes e de se ter um produto (análise) que não atende às expectativas. Com base nesses dados e através de um tratamento estatístico, conseguimos quantificar esse índice e propusemos estratégias para melhorar os resultados. A metodologia incluiu a aplicação de questionários, com a construção de diagrama de Pareto e carta CEP para quantificação dos resultados. Percebemos que os alunos que receberam um treinamento em Boas Práticas e foram orientados desde o início do curso experimental, apresentaram uma melhora substancial, tanto em termos de conhecimento, quanto em relação à qualidade da atividade laboratorial. A aplicação das ferramentas da Qualidade se mostrou adequada para o ensino e aprendizagem, por apontar estratégias que promoveram melhores resultados durante as aulas experimentais.

---

## I. INTRODUÇÃO

Toda atividade humana apresenta riscos à segurança, e com os laboratórios de Química não seria diferente, por ser onde os alunos aprendem a manipular a matéria e suas propriedades, por esse motivo, os princípios de qualidade e segurança devem ser respeitados.

Todo laboratório possui suas próprias regras, seja ele de Química, Física, Química Orgânica e/ áreas afins; porém, existem as normas BPL (Boas Práticas em Laboratório), ISO e outras ferramentas como filosofias de Qualidade, que são gerais para todos os laboratórios. Elas tornam a convivência e a estadia no laboratório agradável a todos que compartilham dele.

Nos últimos anos o tema Qualidade e Segurança passou a ser muito citado no mercado de trabalho, e filosofias de Boas Práticas começaram a ser empregadas pelos profissionais de todas as áreas. Baseados nisso, decidimos implementar na formação dos alunos de Química essas filosofias, a fim de melhor prepará-los para o exigente mercado de trabalho. Estes profissionais em formação podem ser multiplicadores desse conhecimento. Qualidade e Segurança constituem a base para todos os processos produtivos; portanto, colaboradores com essa formação são essenciais para o mercado de trabalho.

A implementação das filosofias de Boas Práticas em sala de aula visa, além da prevenção de acidentes e garantia da qualidade, formar profissionais prontos para o mercado de trabalho e com experiência em laboratório. Neste projeto, avaliamos o conhecimento prévio dos alunos do que deveria ser Qualidade, Segurança e Boas Práticas, através de questionários avaliativos: abertos e de múltipla escolha. Muitos alunos declaram saber pouco ou até nada a respeito do tema, e que todo o conteúdo aprendido recentemente havia sido completamente esquecido. Baseado nesses dados, começamos a montar um novo método de ensino auxiliar capaz de proporcionar um aprendizado mais integral, visando a formação e o preparo para o mercado de trabalho. Aplicando aulas em *PowerPoint* e exercícios correlacionando teoria e prática, teoria e experimentação, aplicamos também provas avaliativas das aulas dadas, exercitando as BPL dentro dos laboratório, procurando mostrar como deve ser o comportamento de um profissional dentro do laboratório, e explorando os exercícios de prática experimental para aplicar as filosofias implementadas para assim se obter um melhor aproveitamento e compreensão do que foi ensinado. Partindo deste ponto, fizemos uma coleta de dados durante os primeiros dois meses de aula, e a partir desses dados, com um tratamento em Pareto e Histograma, avaliamos o índice de aproveitamento dos alunos, e comparamos com a coleta anterior. Assim avaliamos o quanto foi aprendido, e o que pode ser implementado nos ensinamentos de laboratório.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quando se fala sobre qualidade e segurança nos laboratórios de química sempre vem a mente um sistema de gestão, acompanhado de inspetores, normas técnicas, cartazes com a periculosidade dos componentes e simbologias químicas, quando na verdade, a qualidade começa com estilo de vida e filosofias de boas práticas. Um laboratório de química necessita de um sistema de qualidade e segurança muito rígido, e margem de erros pequenas pois trabalha-se com um

alto risco de acidentes, porém uma atitude profissional, o cumprimento correto das normas e o conhecimento dos regulamentos de segurança tornam o trabalho em laboratório tão seguro quanto qualquer outra atividade. Em geral, os profissionais de qualquer área não recebem na universidade as instruções completas sobre as normas de segurança do trabalho. Na hora de contratar um profissional leva-se em conta somente o conhecimento técnico e raramente seu conhecimento das normas de segurança, então cabe ao chefe responsável pelo laboratório explicar aos seus colaboradores as técnicas corretas e atitudes a tomar (1).

De acordo com os especialistas em Qualidade (3-4), não existe processo sem qualidade, nem qualidade sem segurança. Desta forma, começamos a implementar, através deste projeto, um sistema que juntasse segurança e qualidade em sala de aula. Muitos artigos referentes à segurança em laboratório de química foram publicados nos últimos anos, e nos mostram que a maioria dos acidentes em laboratório se deve à imperícia, imprudência e até mesmo negligência de técnicos e assistentes dentro do laboratório, por isso, existe uma necessidade muito grande de formar profissionais com conhecimento profundo na área de segurança e qualidade, uma vez que atualmente o maior investimento do mercado está na formação de profissionais nessas áreas (7-8).

Profissionais com uma formação baseada nas filosofias de boas práticas e bem viver têm sido procurados por empresas para todas as áreas, inclusive nas áreas de química e laboratório. Qualidade e Segurança em Química não se resume apenas a normas técnicas e seguir regras de laboratório, mas a um conjunto de filosofias que garantam o completo entendimento e aplicação dos requisitos de segurança. A segurança depende de cada um; esse pensamento deve ser constantemente lembrado aos alunos que frequentam as aulas laboratoriais, de modo que o conceito de que “sou responsável por mim e pelos outros”, esteja sempre claro (9). A filosofia do 5S de autodisciplina se enquadra no projeto por que, uma vez que o aluno a pratique, ele estará colocando em prática todas as exigências do laboratório, e aprendendo a segui-las, sem se sentir obrigado a isso, e sim como uma prática de bem viver. É necessário que os alunos compreendam que as normas de um laboratório são essenciais para o bom funcionamento tanto do laboratório em si, como do experimento, e com isso trabalhem com segurança, pois assim estarão gerando produtos com maior qualidade, ganhando assim a confiabilidade que o mercado procura.

### III. MÉTODO

Este projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira uma coleta e análise de dados adquiridos a partir de um questionário avaliativos aplicado aos alunos da área de Química, Engenharia e Petróleo e Gás que estavam cursando ou já tinha cursado Prática Experimental. Foram ministradas aulas sobre o tema Qualidade e Segurança e os princípios básicos de BPL e utilização de EPI e EPC, e os questionários que foram analisados através de um diagrama de Pareto, que quantifica os dados estatisticamente. O gráfico de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da menor para a maior, permitindo a priorização dos problemas, procurando levar a cabo o princípio de Pareto, isto é, há muitos problemas sem importância diante de outros mais graves. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. O Pareto é um indicador muito utilizado no setor de indústria para avaliar índices de rejeição em processos produtivos. O Gráfico de Pareto mostra todas as possíveis causas de rejeição em um gráfico de barras.

Junto com o Pareto, utilizamos uma Carta CEP, Controle Estatístico de Processo. A Carta CEP é uma metodologia que permite conhecer melhor o processo, mantê-lo sob controle e melhorar sua capacidade. A partir de uma Carta CEP é possível prever quais são as causas fundamentais de rejeição em um processo, no nosso caso: Falta de conhecimento, falta de segurança, e de todos os problemas ocorrentes dentro do laboratório. De posse desses dados começamos a formular nossas aulas em *Power Point*, duas aulas auxiliares sobre Qualidade e Segurança, e aplicação dos princípios básicos de BPL em sala de aula, os quais estão dispostos a seguir:

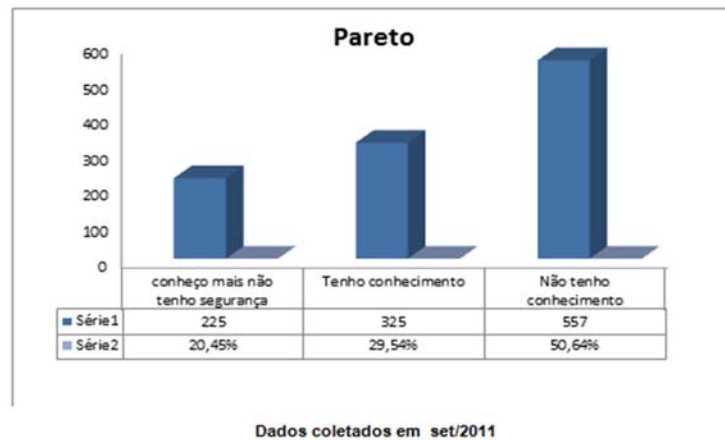
- Lavar as mãos ou entrar e sair do Laboratório
- Não comer ou beber dentro do Laboratório

- Manter os cabelos presos (especialmente, as mulheres)
- Manter o jaleco fechado
- Não usar: saia, bermuda, camiseta e sandálias dentro do laboratório
- Ler os reiteiros práticas com atenção antes de cada experimento
- Ler o rótulo do produto, o POP, ou a prática a ser feita na aula de Prática experimental
- Não correr, brincar ou atender o celular nas aulas de prática experimental.

Essas são algumas das boas práticas em um laboratório de Química. Observamos a aplicabilidade dessas poucas boas maneiras, que são bastante básicas porém fazem muita diferença dentro do ambiente de trabalho, e no convívio com os outros em sala de aula. A qualidade do trabalho no laboratório aumentou muito após a aplicação deste método.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado de nossa primeira coleta de dados foi preocupante, muitos alunos nem ao menos sabiam de que se tratava as questões, e só lembraram depois de entregar a avaliação. A figura abaixo mostra um Gráfico de Pareto, montado a partir de um questionário avaliativo com questões de múltipla escolha sobre Qualidade e Segurança. Nesse questionário, existiam perguntas mais direcionadas pois esses alunos já haviam cursado Boas Práticas de Laboratório, e já deveriam conhecer as questões apresentadas.



**FIGURA 1.** Diagrama Pareto para avaliação dos questionários em turmas que não tinham recebido treinamento teórico em BPL antes do curso de prática experimental

Como podemos observar no gráfico, foram encontradas 3 causas para o alto índice de desconhecimento de normas e entre os alunos que já haviam cursado a matéria de Prática Experimental, a menos significativa com 20,45% de alunos de tinham conhecimentos específicos mais não se sentiam seguros de realizar a prática sozinhos, os alunos que conheciam o conteúdo ministrado nas aulas, realizavam os experimentos com segurança eram somente 29,54%, e os alunos que desconheciam o que estava sendo transmitido. Não tinham segurança e não compreendiam o conteúdo eram 50,64%, mais da metade dos alunos avaliados.

A partir dessas análises, vimos que os alunos precisavam de uma aula que fixasse o conteúdo, e colocasse em prática tudo que fosse aprendido nas aulas. Então, começamos o semestre com duas turmas de Engenharia de Materiais, que começariam Prática Experimental, esse alunos do primeiro período teriam aulas auxiliares sobre Qualidade e Segurança e sobre as filosofias de 5S e 6C, que são muito utilizadas no mercado de trabalho. Após estas aulas, fizemos um novo questionário avaliativo, diferente do primeiro, porém com o mesmo método apesar de se tratarem de alunos sem o conhecimento prévio do assunto e estes alunos tiveram um melhor desempenho depois de

algumas aulas. Nossa segunda coleta de dados foi completamente satisfatória e mostra um gráfico muito próximo do que se espera em um processo perfeito.

Se compararmos esses dados com os do período passado, percebemos que o índice de aproveitamento dos alunos foi maior. Apesar dessa aplicação ter ocorrido somente com duas turmas de Engenharia de Materiais, o resultado obtido mostra que é possível atingirmos o nível desejado de aproveitamento de aprendizado com todas as turmas. Essas poucas boas maneiras fizeram muita diferença no decorrer do semestre, observando o desenvolver dos alunos percebemos que muitas alunas já chegavam com o cabelo preso, e alguns incentivavam os outros a manter o jaleco fechado, deixar a garrafinha de água na bolsa, e manter o celular no silencioso.

Nas Cartas CEP é mais fácil observar esse rendimento.

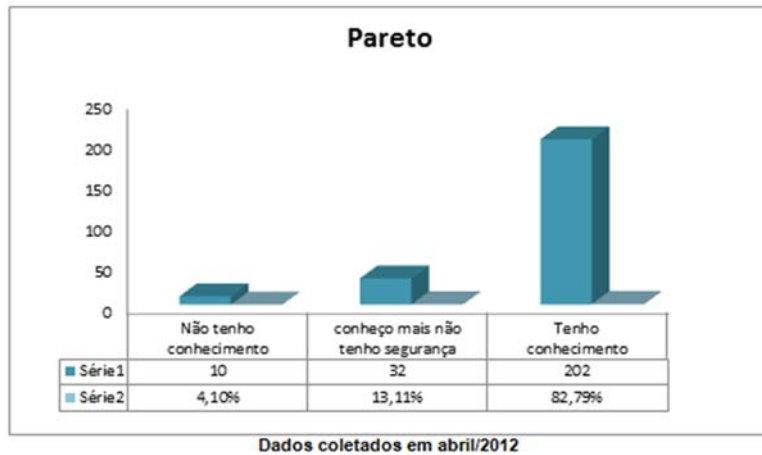


FIGURA 2. Diagrama Pareto para avaliação dos questionários dos estudantes após o curso de prática experimental com o treinamento em Segurança e Qualidade.

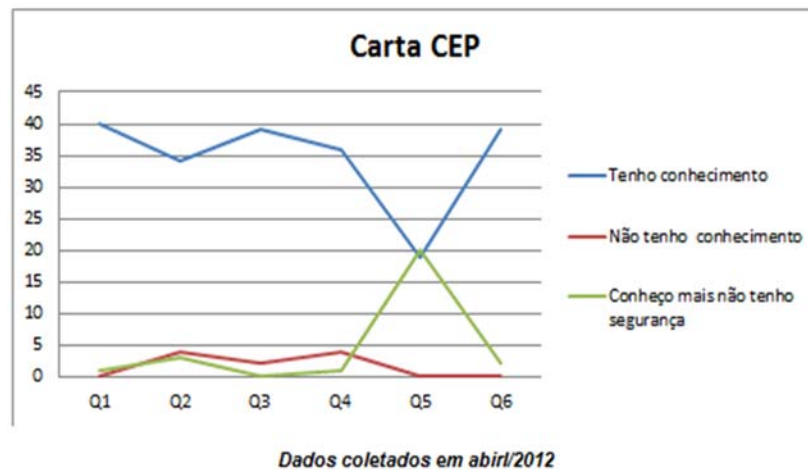


FIGURA 3. Carta CEP mostrando o desempenho dos estudantes que receberam treinamento em Segurança e Qualidade.

Com esta Carta CEP é possível visualizar melhor o desempenho dos alunos se comparados ao semestre passado. Também podem ser vistos onde se encontram os picos de melhor desempenho e os de queda do desempenho dos alunos. Os índices Q1, Q2...Q6, são as questões aplicadas, e a linha em azul é nosso índice de aproveitamento.

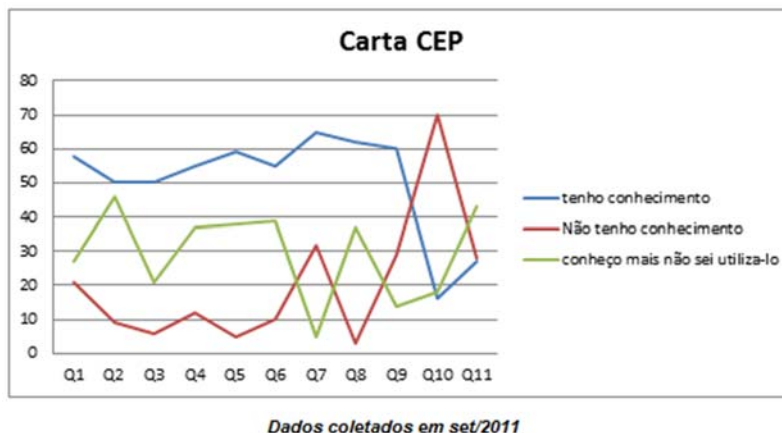
Podemos observar uma queda acentuada na questão 5, em que perguntamos qual deveria ser a atitude ao se receber uma prática de laboratório: *Ler a prática ou perguntar ao professor?* Alguns alunos ainda sentiam necessidade de perguntar ao professor, por falta de segurança em tomar uma atitude. Porém, percebemos que, com o passar das aulas, eles adquiriram maior confiança no desempenho das tarefas, diferentemente do semestre passado, em que, de

acordo com o gráfico, os índices de conhecimento são ótimos, porém quando aprofundado o conteúdo, eles não souberam responder.

As questões Q9 a Q11 foram de conhecimentos específicos da área de Qualidade e Segurança, e observamos uma queda abrupta no conhecimento desses alunos, e um crescimento gradual de desconhecimento a partir das questões Q6 até Q11.

Como observamos na segunda Carta Cep, os alunos demonstraram conhecimento até um determinado momento.

Quando as questões se tornaram mais específicas, alguns alunos até tinham conhecimento, porém não se sentiram aptos a responder o questionário. Porém o índice de alunos que demonstram não ter conhecimento aumentou consideravelmente, foi esse índice que nos mostrou o caminho a seguir em nossas pesquisas.



**FIGURA 4.** Carta CEP mostrando o desempenho dos estudantes que não receberam treinamento prévio em Segurança e Qualidade.

## V. CONCLUSÃO

Nosso projeto foi inovador, pois buscou ao contrário dos outros, uma inovação da tecnologia de ensino. Um ensino voltado para um melhor aprendizado e uma melhor assimilação do conteúdo.

Como nossos dados mostram, é possível formar profissionais com mais Segurança e Qualidade, também é possível que nossos alunos aproveitem melhor o conteúdo e passem aos outros o que aprendem como multiplicadores. Formar jovens profissionais com treinamento em laboratório, com consciência de que todos somos responsáveis pela segurança do grupo, e pela nossa segurança, não é impossível, requer muito esforço, porém os resultados são gratificantes.

O Projeto obteve o resultado esperado, observamos o desenvolvimento dos alunos durante o semestre e percebemos que os mesmos compreenderam o conteúdo e começaram a aplicá-lo dentro do laboratório com ações simples, como a de lavar sempre as mãos, antes e depois de um experimento, deixar a garrafinha de água na bolsa, manter o celular no silencioso, trabalhar em equipe, não atrapalhar os colegas nas horas dos experimentos, as meninas mantendo os cabelos presos, e estar sempre atento ao que está sendo feito dentro do laboratório, para evitar que alguém se machuque. Acompanhamos essas atitudes dentro do laboratório onde ministramos as aulas auxiliares e percebemos que algumas BPL podem ser aplicadas desde as primeiras aulas de Prática Experimental, sendo assim, observamos que é possível aplicar essas filosofias em sala de aula, acrescentando essas aulas auxiliares a todas as turmas que tem na grade o curso de Prática Experimental.

Percebemos com esse projeto que aplicar filosofias de Boas Práticas dentro do laboratório de Química não é algo difícil, porém requer uma aplicação continuada e muito esforço, tanto dos mestres quanto dos alunos, e o resultado desse esforço será jovens profissionais que se comprometam com a sua segurança e a de seus colegas em um ambiente de trabalho mais saudável e seguro, que produzam produtos ou serviços com qualidade, que apliquem as

filosofias de 5S, senso de utilização, senso de descarte, senso de limpeza, senso de saúde e principalmente de auto-disciplina, não só no trabalho, mas no dia-a-dia. Nossa meta de formar profissionais preparados e com compromisso não é impossível, foi o que percebemos com os resultados desse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às seguintes instituições UFAM, CNPq, CAPES.

## REFERÊNCIAS

Instituto de Química. (2004). *Manual de segurança para: Química, Microbiologia e Radiologia*. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Concione, A. R., Almeida, A. M., Andrade, J. C. & Custódio, R. (2013). *Segurança no laboratório químico*. Universidade Federal de Campinas. Disponível em: [www.chemkeys.com](http://www.chemkeys.com).

Hegedus, C. E. (2004). *Gerenciamento da qualidade total*. Escola de Administração de Mauá.

Campos, V., F. (1992). *Controle de qualidade total (estilo japonês)*. Escola de Engenharia da UFMG.

Machado, P. F. L. & Mól, G. S. (2008). Experimentando química com segurança. *Quim. Nova na Escola*, 27, 57-60.

Olivares, I. R. B. (2009). *Gestão de qualidade em laboratório*. Conselho Regional de Química. Instituto de Química da USP de São Carlos, Minicurso.

Morel, Pierre. (2013). *Boas Práticas de Laboratório*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Disponível em [www.anvisa.com.br](http://www.anvisa.com.br).

Pereira, M. M., et al. (2008). Guia de segurança no laboratório de química. Unpublished.

Sad, E. C. S. (2008). *Manual de segurança e boas práticas para laboratório de ensino e química*. Unpublished.

Instituto de Química. (2004). *Manual de Segurança*. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Ventura, M. A., Cunha, R. T. (2008). *Manual de boas práticas laboratoriais*. Universidade de Açores.