

Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios e de Campos Experimentais da Embrapa Pecuária Sudeste

Relatório de melhoria de processo



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luís Carlos Guedes Pinto

Presidente

Alexandre Kalil Pires

Cláudia Assunção dos Santos Viegas

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Membros

Diretoria Executiva

Silvio Crestana

Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Tatiana Deane de Abreu Sá

Diretores-Executivos

Embrapa Pecuária Sudeste

Nelson José Novaes

Chefe-Geral

Airton Manzano

Chefe-Adjunto de Administração

Alfredo Ribeiro de Freitas

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Sérgio Novita Esteves

Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1518-4757
Abril, 2006

Documentos 48

Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios e de Campos Experimentais da Embrapa Pecuária Sudeste

Relatório de melhoria do processo

Ana Rita de Araújo Nogueira
Gilberto Batista de Souza
Leandro Peixoto Escrivani
Luciana Correa de Almeida Regitano
Mário Henrique Gonzalez
Odo Primavesi

São Carlos, SP
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234

Caixa Postal 339

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Home page: www.cppse.embrapa.br

E-mail: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alfredo Ribeiro de Freitas

Secretário-Executivo: Edison Beno Pott

Membros: André Luiz Monteiro Novo, Maria Cristina Campanelli Brito,

Odo Primavesi, Sônia Borges de Alencar

Revisor de texto: Edison Beno Pott

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar

Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

1ª edição

1ª impressão (2006): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Gerenciamento de resíduos de laboratórios e de campos experimentais da Embrapa Pecuária Sudeste. Relatório De melhoria de processo. / Ana Rita de Araújo Nogueira... [et al.]. – São Carlos : Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

1 CD-ROM; 4^{3/4} pol., em caixa cartonada 14 x 15 x 3 cm.— (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 48).

1. Resíduos de laboratórios – Gerenciamento. 2. Resíduos Campos experimentais – Gerenciamento. I. Nogueira, Ana Rita Araújo. II. Série.

CDD: 615.90072

© Embrapa 2006

Autores

Ana Rita de Araujo Nogueira

Pesquisadora, Embrapa Pecuária Sudeste,
Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal, 339,
CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: anarita@cppse.embrapa.br

Gilberto Batista de Souza

Técnico de Nível Superior III, Embrapa Pecuária
Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa
Postal, 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: gilberto@cppse.embrapa.br

Leandro Peixoto Escrivani

Assistente de Operações I, Embrapa Pecuária
Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa
Postal, 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: leandro@cppse.embrapa.br

Luciana Correa de Almeida Regitano

Pesquisadora, Embrapa Pecuária Sudeste,
Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal, 339,
CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: luciana@cppse.embrapa.br

Mário Henrique Gonzalez

Aluno de Mestrado, Instituto de Química de São
Carlos, Universidade de São Paulo.
Endereço eletrônico: quimausp@iqsc.usp.br

Odo Primavesi

Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste,
Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal, 339,
CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: odo@cppse.embrapa.br

Apresentação

Neste texto é feito um balanço histórico das atividades relacionadas ao melhoramento do processo “Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios e de Campos Experimentais da Embrapa Pecuária Sudeste”. São apresentados o projeto e o programa elaborados visando à melhoria do processo, assim como a descrição das atividades implementadas, incluídas em projeto de pesquisa recentemente finalizado (06.12.2003.400.03 – Programa de tratamento de resíduos químicos da Embrapa Pecuária Sudeste).

Trata-se de um processo de melhoramento contínuo, que conta com a participação de empregados do campo, dos laboratórios e da segurança do trabalho. Além disso, conta com o apoio da Instituição, no tocante ao espaço para implantação do laboratório, à disponibilização de infra-estrutura de pessoal e de material e às indicações de responsabilidades e cobranças em conformidade com as leis ambientais.

O processo envolveu projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), que possibilitou a instalação de infra-estrutura para o gerenciamento dos principais resíduos gerados pelos laboratórios, por meio da construção de local próprio para armazenamento de resíduos e de instalações adequadas de segurança. Foram adquiridas, instaladas e se encontram em pleno funcionamento bancadas, capelas, sistemas de aspiração de partículas e gases e sistemas para filtragem de solventes e neutralização de ácidos. Equipamentos adquiridos com recursos do referido projeto estão sendo empregados no tratamento de resíduos, na recuperação de solventes e nas pesquisas, como forma de apoio às análises de rotina e ao desenvolvimento de novos métodos, que utilizam menos reagentes e geram menos resíduos.

Há constante preocupação com a segurança, que até agora envolveu a aquisição e a instalação de chuveiros e lava-olhos, extintores de incêndio, detector de gases, máscaras, luvas, óculos, etc., e com a formação de pessoal, mediante participação em cursos e palestras e treinamento de empregados, estagiários e bolsistas. Técnicas que empregavam grande volume de reagentes e geravam grande quantidade de resíduos foram substituídas por alternativas tão ou mais confiáveis, porém que consomem menos reagentes, menos energia e menos mão-de-obra, por vezes reduzindo o tempo de sua exposição a gases, odores e ruídos. Paralelamente, foi feito levantamento sobre a real produção de resíduos gerados pelos métodos atualmente em rotina nos laboratórios, assim como as alternativas existentes para o tratamento desses resíduos. Também foi realizado o levantamento do passivo existente em toda a Unidade, incluindo depósito de embalagens de agrotóxicos e de reagentes químicos, alguns armazenados a mais de 50 anos. Convênio com empresa coletora de lixo hospitalar na cidade de São Carlos viabilizou a implantação de coleta de resíduos biológicos, tais como agulhas e tubos utilizados para coleta de sangue, que são autoclavados antes do descarte.

Em decorrência de trabalhos de pesquisa realizados em colaboração, estão sendo tratados resíduos provenientes da Embrapa Instrumentação Agropecuária, também localizada em São Carlos, e dos laboratórios do Grupo de Análise Instrumental Aplicada, da área de Química Analítica do Departamento de Química, da Universidade Federal de São Carlos. Pastas que contêm os protocolos e as fichas de tratamento foram fornecidas também a esses laboratórios, visando à uniformidade de procedimentos.

A implantação do processo “Gerenciamento de Resíduos de Laboratório e de Campos Experimentais” na Embrapa Pecuária Sudeste promoveu a reordenação das atividades de laboratório da Unidade, aglutinou os esforços anteriormente dispersos,

viabilizou novas pesquisas, aumentou a eficiência e promoveu a formação de pessoal especializado e apto a atuar de maneira consciente e responsável. Além do histórico e da descrição do processo, estão incluídos neste documento:

- Plano de ação de implantação, que contém o macrodiagrama e o fluxograma dos fatores críticos para o sucesso, os pontos-chave e a adoção dos indicadores de desempenho e os resultados alcançados;
- Planilha de indicadores de desempenho, que discrimina a periodicidade e o responsável pela mensuração, os avanços alcançados nos resultados em 2004 e a meta estabelecida para dezembro de 2005;
- Relatório da gestão ambiental;
- Exemplos de modelos de protocolos de tratamento.

Sumário

Introdução.....	1
Importância do PCI	1
Participantes	2
Normas	2
Identificação das amostras de 2003	5
Padrão Externo	5
Avaliação dos Resultados - Ano 6.....	12
Mistura Mineral	12
Amostras repetidas	17
Comentários Gerais	21
Conclusão	27
Anexos	28

Etapa I. Gerenciamento de resíduos de laboratórios

I.1. Introdução e justificativas

A preocupação com a mudança da visão nos laboratórios químicos frente à minimização da geração de resíduos é extremamente bem-vinda, pois favorece a redução de custos, com a racionalização dos procedimentos visando ao menor consumo de reagentes, e colabora com a segurança do operador e da comunidade, uma vez que previne a contaminação ambiental, por despejos gasosos, sólidos ou líquidos. A prevenção da poluição é a mais alta forma de proteção ambiental. Se a redução da fonte geradora não é possível, então o resíduo poluidor deve ser reciclado de maneira ambientalmente segura. Se a reciclagem também não for possível, então a poluição deve ser evitada, com modificação metodológica do processo analítico. O descarte no ambiente deverá ser entendido e praticado como último recurso, sendo realizado de maneira ambientalmente segura (Reinhardt et al., 1996).

Um modelo de gerenciamento ambiental é apresentado esquematicamente na Figura 1. Sua estratégia visa priorizar as ações de prevenção à poluição dentro do contexto da minimização de resíduos e/ou poluentes e, na impossibilidade de implementar ações de prevenção, outras medidas de minimização de resíduos, tais como reciclagem e reutilização, devem ser consideradas, pois promovem a conservação de recursos naturais e reduzem os impactos ambientais causados por armazenamento, tratamento e destinação final adequada dos resíduos. Finalmente, medidas adequadas de controle ambiental devem ser consideradas para o tratamento e a destinação final ambientalmente seguros dos resíduos e/ou poluentes remanescentes.

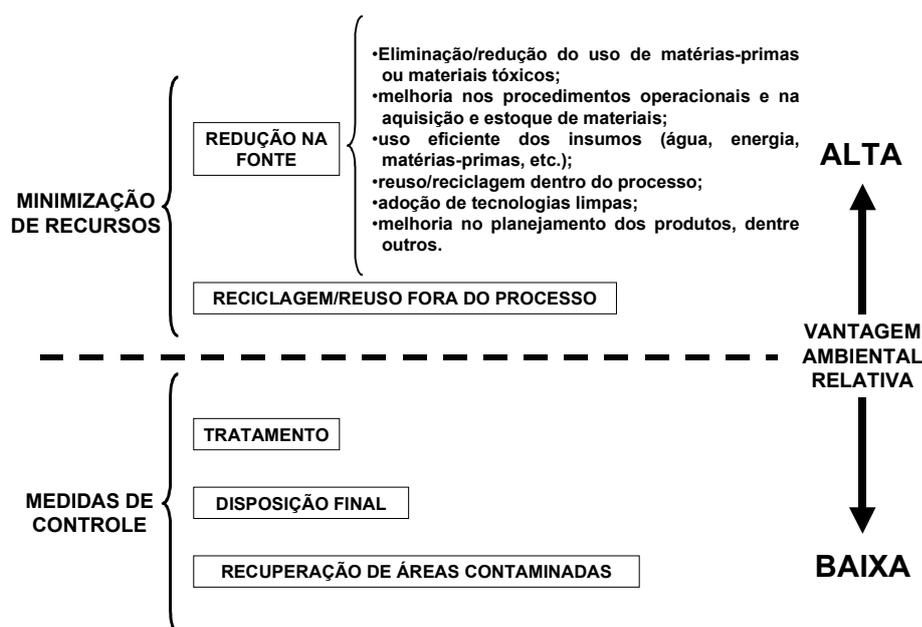


Figura 1. Modelo de gerenciamento ambiental (Cetesb, 2001).

Na Embrapa Pecuária Sudeste, procedimentos com o objetivo de minimizar os resíduos provenientes de análises químicas vêm sendo implantados desde 1990, com a introdução em rotina de diferentes métodos, em fluxo ou em batelada, que empregam menores quantidades de reagentes por amostra. Alguns desses métodos foram desenvolvidos na própria Embrapa Pecuária Sudeste e, após certificação, incorporados à rotina dos laboratórios. Outros métodos foram adaptados de procedimentos descritos na literatura. O reaproveitamento dos solventes, por meio de destilação, também já vem sendo realizado, porém em escala incipiente.

O processo “Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios e de Campos Experimentais” encontra-se plenamente inserido nas necessidades e nas preocupações atuais da Embrapa Pecuária Sudeste, que apresenta número crescente de atividades de pesquisa e de amostras processadas, sendo grande parte dos trabalhos desenvolvida nos seus diferentes laboratórios, o que gera, em consequência, quantidade cada vez maior de resíduos de diferentes características. A implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Embrapa Pecuária Sudeste procurou ajustar-se às determinações da legislação ambiental brasileira e seu objetivo é coerente com a tendência global de gerenciamento ambiental com produção eficiente, econômica e limpa.

Como objetivo, o Programa de Gerenciamento de Resíduos em desenvolvimento procura operacionalizar procedimentos aplicados de forma direta nos laboratórios de Nutrição Animal, de Solos, de Química Analítica, de Biotecnologia, de Sanidade Animal e de Forragicultura, com a criação de uma única infra-estrutura, que futuramente possa ser estendida a outros setores da Embrapa Pecuária Sudeste, tais como o tratamento de resíduos de defensivos (por exemplo, banhos carrapaticidas) e de resíduos de fertilizantes aplicados ao solo (por exemplo, nitratos e fosfatos em corpos de água).

Para a instalação do Programa de Gerenciamento de Resíduos, os laboratórios existentes foram adaptados visando:

- a) Ao controle dos gases gerados, com instalação de filtros em capelas que utilizam reagentes orgânicos e instalação de sistema de lavagem em capelas em que são manipulados ácidos.
- b) À adaptação de prédio de laboratório já existente para a instalação de laboratório para análise e armazenamento dos resíduos, onde serão realizados os procedimentos de minimização, identificação e recuperação desses resíduos. Nesse prédio foram instaladas capelas e prateleiras e, externamente, filtros e tanques para lavagem de embalagens vazias.

- c) Ao redirecionamento e à reciclagem da água de resfriamento dos destiladores, que utilizam água captada diretamente de uma nascente da Fazenda Canchim (local onde estão localizados os laboratórios), e será devolvida ao córrego por gravidade, sendo a água resfriada durante o percurso.
- d) À segurança coletiva e individual, com a adaptação das portas existentes (inversão do sentido de abertura), instalação de fechaduras antipânico nas saídas principais, aquisição e instalação de extintores de incêndio, mangueiras para hidrante, lava-olhos e chuveiros de segurança, e aquisição de óculos e luvas de proteção.
- e) À aquisição de equipamentos que permitam a substituição das técnicas atualmente em uso por outras que possibilitem a redução de resíduos, menor consumo de reagentes, minimização da geração de gases tóxicos e a minimização do uso de HClO_4 na decomposição de amostras de tecido vegetal e animal (diminuindo a periculosidade). Dentre esse equipamentos, foram adquiridos: analisador de fibras, extrator de gordura e forno de microondas com frascos fechados.
- f) À aquisição de equipamentos para a recuperação dos resíduos, como rotaevaporador e sistema de destilação, além de frascos coletores e armazenadores adequados.
- g) À confecção de etiquetas para rotulagem dos frascos de resíduos e de manipulação diária, com a descrição e a periculosidade dos reagentes.
- h) Ao treinamento de pessoal, por meio de cursos de curta duração e de bolsas de auxílio técnico.

A implantação deste processo tem como objetivo melhorar diretamente a qualidade ambiental nos laboratórios e influenciar de forma positiva o andamento dos diversos projetos de pesquisa atualmente em desenvolvimento neste Centro de Pesquisa, além de toda a bacia hidrográfica do ribeirão Canchim, que abastece a colônia de trabalhadores da Embrapa Pecuária Sudeste, onde vivem cerca de 150 pessoas, e as demais propriedades em sua rota.

Outro aspecto importante do Programa de Gerenciamento de Resíduos é a implantação de uma cultura de preservação, a ser repassada por meio de cursos de curta duração aos empregados e aos estudantes que desenvolvem seus trabalhos técnicos, de graduação e de pós-graduação em diferentes áreas, tais como química, biologia, agronomia, zootecnia e veterinária. A idéia de implementação da racionalização dos experimentos que visam à minimização do uso de reagentes e conseqüentemente dos resíduos gerados durante o planejamento do trabalho de pesquisa é cultivada na formação profissional desses estudantes.

I.2. Objetivos

- 1) Instalar laboratório para minimização, separação, recuperação, análise, reciclagem e armazenamento de descartes gerados nos procedimentos realizados nos laboratórios.
- 2) Adaptar os laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste para que atendam às necessidades de segurança exigidas.
- 3) Formar recursos humanos voltados ao tratamento e à minimização da quantidade de resíduos.

I.3. Metodologia

Nas operações de laboratório de pesquisa, muitas vezes são gerados resíduos em pequenas quantidades, sendo difícil prever ações voltadas à sua minimização, pois os procedimentos são frequentemente modificados (American Chemical Society, 1993). Contudo, alguns desses resíduos são extremamente danosos ao ambiente e à saúde humana, e seu controle constitui um desafio para os laboratórios de pesquisa. Além disso, a demanda de análises de rotina, em que também atuam os laboratórios da Embrapa, tem aumentado. Isso se deve à necessidade de adaptação de tecnologias agropecuárias competitivas e apropriadas, que, intensificando a utilização de insumos e recursos naturais, exigem melhor controle de todo o sistema por meio de análises laboratoriais, com resultados analíticos rápidos e confiáveis.

Dentre as análises realizadas na rotina do Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Pecuária Sudeste, destacam-se: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, lignina, energia bruta, extrato etéreo, digestibilidade "in vitro", determinação de taninos, análise de leite (proteína, gordura, iodeto), macronutrientes (Ca, Mg, P, K e S), micronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe) e marcadores de digesta de ruminantes (Co, Cr, Eu, Dy e Yb).

As análises de rotina realizadas no Laboratório de Solos são: pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Al, H + Al, S, B, Cu, Zn, Mn, Fe e granulometria.

Além dessas análises de rotina, nos laboratórios de Química Analítica e de Biotecnologia são desenvolvidos projetos de dissertação e de tese, executados por estudantes de iniciação científica e pós-graduação.

Etapa II. Programa de Tratamento de Resíduos Químicos

II.1. Propósito

Este Programa de Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios teve como objetivo atender aos requerimentos das leis de preservação ambiental brasileiras. Assim, como geradora de resíduos, a Embrapa Pecuária Sudeste tem responsabilidade na redução, na recuperação, no acondicionamento e no destino final dos resíduos, com menor prejuízo ao ambiente. A implementação do programa de gerenciamento possibilita a minimização da variedade, da quantidade e da periculosidade dos reagentes químicos utilizados nos laboratórios, com conseqüente diminuição dos resíduos gerados e do prejuízo ao ambiente. Favorece ainda a redução de gastos com procedimentos de descarte e/ou incineração dos resíduos.

II.2. Beneficiados

São beneficiados pelo Programa de Gerenciamento de Resíduos empregados, estagiários, pesquisadores, eventuais usuários, estudantes de iniciação científica e de pós-graduação e a comunidade que usufrui do ambiente que será poupado de contaminação por despejos de resíduos gerados pela Embrapa e por outras instituições que vierem a ser atendidas pelos serviços oferecidos no Laboratório de Resíduos.

II.3. Plano de implementação

II.3.1. Planejamento e organização

A implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste foi apoiada e incentivada pelas instâncias superiores de gerência deste Centro de Pesquisa. A disposição da gerência superior para dar andamento ao programa é um indicativo para os empregados e os estagiários da Embrapa Pecuária Sudeste da importância e da necessidade de comprometimento com a segurança individual e coletiva, assim como com a redução de resíduos.

Inicialmente, foi designada uma comissão constituída por profissionais familiarizados com o trabalho dos laboratórios geradores de resíduos, além de pesquisadores e profissionais especializados na área de segurança, cujas tarefas primeiras foram estabelecer os objetivos principais do programa, desenvolver o plano e direcionar sua implementação.

A responsabilidade do coordenador é, entre outras, a de fornecer suporte formal para a minimização de resíduos na área física da Embrapa Pecuária Sudeste, especialmente nos

seus diversos laboratórios, comunicando claramente aos gerentes, aos subordinados e a todos os empregados quais são as prioridades e as políticas do programa. Esse coordenador tem a responsabilidade e a autoridade para estabelecer a inspeção do programa e possibilitar a implementação organizada e imediata. Também é função do coordenador facilitar a comunicação e a interação entre todos os níveis hierárquicos do Centro de Pesquisa, no que se refere a resíduos de laboratório.

A equipe de trabalho direcionou a implementação do programa, assegurando a cooperação, a conscientização e o consenso entre os trabalhadores de apoio à pesquisa e os pesquisadores participantes do programa. A equipe é formada por pessoal de apoio à pesquisa, pesquisadores e bolsistas de treinamento técnico-científico.

Objetivos específicos, consistentes com a política maior estabelecida pela gerência superior da Embrapa Pecuária Sudeste, foram formulados pela equipe de trabalho juntamente com o coordenador, devendo ser revistos periodicamente, para atualização das necessidades deste Centro de Pesquisa da Embrapa.

No caso dos laboratórios de pesquisa, onde os tipos de materiais empregados são diversificados e utilizados de acordo com a duração do trabalho, os objetivos do programa são mais qualitativos do que quantitativos. Grande variedade de materiais necessita de estudos específicos para aplicação dos conceitos de minimização, tratamento e descarte. Os próprios pesquisadores envolvidos em trabalhos que utilizem esses materiais devem buscar alternativas e fomentar estudos para garantir o destino ambiental adequado para os resíduos gerados.

II.3.2. Reconhecimento dos resíduos gerados

Projetos de pesquisa, testes e desenvolvimento de novos procedimentos analíticos muitas vezes deixam como herança para os responsáveis dos laboratórios razoável quantidade de reagentes que não têm mais utilidade ou perderam seu prazo de validade. A compra mal planejada pode transformar em resíduo um reagente antes utilizado com frequência. Um inventário de todos os reagentes disponíveis, incluindo os sem uso momentâneo, foi realizado em primeira instância.

A caracterização e a quantidade de resíduos gerados em cada laboratório foi a etapa seguinte do programa. O rastreamento dos resíduos gerados é uma ferramenta para o coordenador e a equipe de trabalho definirem as prioridades de aplicação do gerenciamento de resíduos. Os seguintes passos foram seguidos na execução dessa etapa:

- Caracterização dos resíduos gerados nas análises.

- Seleção dos resíduos e dos laboratórios-alvo.
- Identificação e seleção das opções mais eficientes de minimização, tratamento e/ou descarte.

II.3.3. Avaliação da aplicabilidade

Cada procedimento de minimização de resíduos deve ter sua aplicabilidade avaliada, a fim de verificar se a Embrapa Pecuária Sudeste possui as condições necessárias para sua implementação imediata. Esta fase indica às instâncias gerenciais as reformas e as aquisições necessárias e viáveis para a adoção de medidas que promovam o tratamento e o descarte dos resíduos de forma ambientalmente segura. A especificação dos recursos humanos, materiais e estruturais deve ser incluída nesta fase, que é constantemente revista dentro do programa de gerenciamento, pois novos procedimentos são constantemente implementados em função de novas pesquisas e da adoção de novas tecnologias.

II.3.4. Implementação

Identificados os resíduos com necessidade de tratamento e minimização mais imediatos, tendo por base os levantamentos efetuados nas fases anteriores, são implementados os procedimentos ideais para seu destino. A equipe de gerenciamento orienta trabalhadores de apoio, pesquisadores e todos os envolvidos direta e indiretamente na manipulação de resíduos sobre o destino ideal para cada material, atuando como multiplicadora de informação.

Parte importante do programa é a realização de treinamento para os empregados dos laboratórios, para os estudantes e para os pesquisadores, sobre a importância da segurança, da minimização, do tratamento e da eliminação de resíduos gerados nos laboratórios, bem como dos procedimentos adequados para cada situação.

II.3.5. Avaliação do programa

De acordo com a evolução do programa de gerenciamento, as diretrizes podem ser atualizadas, agregando novas informações e novos conhecimentos. Por isso, é essencial o estabelecimento da avaliação periódica das metas alcançadas. Novos procedimentos podem ser implementados, com atualização do treinamento e das opções de minimização e tratamento de resíduos. Também é constantemente avaliado o grau de comprometimento da equipe e dos usuários dos laboratórios para com o programa.

II.4. Seqüência de implementação

A equipe designada para a implementação do programa de gerenciamento de resíduos teve como primeira ação a identificação dos resíduos gerados em cada um dos oito laboratórios em atividade na Embrapa Pecuária Sudeste, mediante caracterização dos componentes químicos e/ou biológicos presentes, do volume gerado e dos processos responsáveis por sua geração, como descrito por Reinhardt et al. (1996).

Após o reconhecimento do sistema gerador de resíduos, a equipe seguiu o planejamento geral de ações exibido brevemente na Figura 2, que se divide em três procedimentos principais.

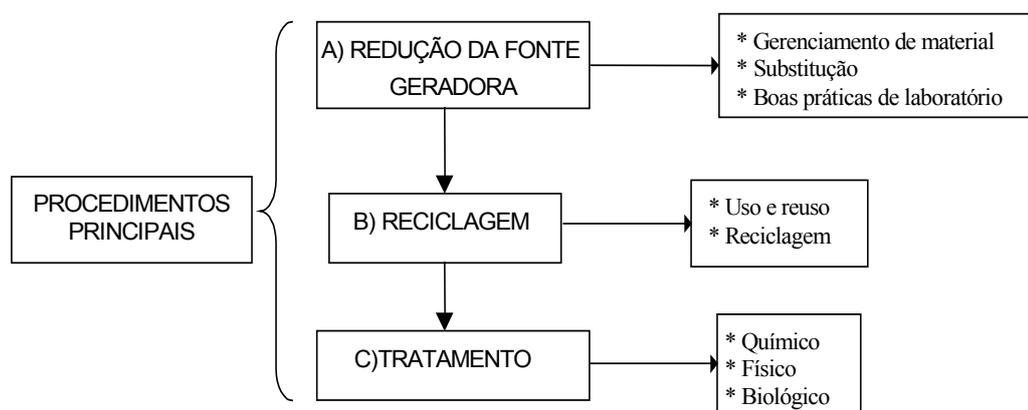


Figura 2. Planejamento geral de ações a serem executadas com o objetivo de minimizar a geração de resíduos.

II.4.a. Redução na fonte geradora

A redução da fonte geradora é o procedimento mais apropriado para se atingir o objetivo de minimização da quantidade de resíduos. Define-se como qualquer atividade que reduza ou elimine a produção de resíduo na fonte geradora. Boa gerência de uso de material, práticas de substituição de reagentes e aplicação de “procedimentos limpos” de laboratório podem efetivar essa redução.

II.4.b. Reciclagem

A possibilidade de reciclagem dos resíduos deve ser avaliada e implementada, sempre que possível, dentro de um projeto de gerenciamento de resíduos, uma vez que, além de minimizar o descarte, auxilia no saneamento de custos com reagentes de um laboratório.

A reciclagem associada a um programa de redistribuição de reagentes identificará aqueles que não mais são úteis em determinado laboratório, mas que possuem utilidade

em outro, o que evita o descarte precoce de material e gastos adicionais, seja na aquisição de reagentes, seja no tratamento como resíduo.

II.4.c. Tratamento

Quando esforços para a reciclagem e para a redução de resíduos na fonte geradora são esgotados, deve ser focado, como última opção, o seu tratamento. O tratamento mais comum empregado em laboratório é a neutralização de ácidos ou de bases. Contudo, para cada tipo de resíduo é necessária a avaliação do tratamento adequado.

As ações adotadas no Programa de Gerenciamento de Resíduos da Embrapa Pecuária Sudeste são apresentadas a seguir:

1. Treinamento de segurança individual e coletiva para a equipe responsável pela implementação do gerenciamento de resíduos
2. Estruturação dos laboratórios para cumprimento das normas de segurança com aquisição e instalação de equipamentos de proteção coletiva e individual, tais como capelas apropriadas para gases ácidos e para solventes orgânicos, acopladas a sistemas de lavagem e neutralização, construção de bancadas que contribuam para o isolamento físico de áreas de risco utilizadas, e portas antipânico.
3. Caracterização e reconhecimento dos resíduos gerados pelos laboratórios, identificados com etiqueta com o diagrama de Hommel (ou "diagrama de perigo"), sendo os usuários treinados para identificar e se familiarizar com os códigos de cores e de números.
4. Redução na fonte geradora de resíduos, a partir de modificações dos procedimentos experimentais com substituição de reagentes, procurando-se empregar reagentes não tóxicos ou menos perigosos, desde que não afetem resultados, requerimentos ou objetivos da análise.
5. Reciclagem e reutilização ou disponibilização dos reagentes para outras instituições ou bancos de reagentes.
6. Miniaturização de procedimentos, com o emprego de sistemas em fluxo.
7. Tratamento adequado dos resíduos.
8. Viabilização de um sistema de coleta de resíduos biológicos, tais como agulhas e tubos utilizados para coleta de sangue.
9. Transporte e acondicionamento adequados dos resíduos.
10. Emprego de equipamentos e tecnologias que permitam o retorno dos reagentes utilizados às condições anteriores ao seu uso.

11. Implementação de um esquema de monitoramento das condições dos equipamentos e dos utensílios de laboratório.
12. Intercâmbio de informações com diferentes instituições que aplicam o gerenciamento de resíduos.
13. Documentação dos procedimentos adotados para o gerenciamento de resíduos.
14. Disponibilização das tecnologias e dos procedimentos desenvolvidos para o gerenciamento de resíduos para a comunidade em geral, por meio de publicações ou comunicações em congressos.
15. Avaliação interna e externa do programa, mediante auditorias e consultorias de especialistas em gerenciamento de resíduos.
16. Acompanhamento periódico para averiguação do cumprimento dos objetivos do programa.

II.5. Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos

No Laboratório de Resíduos foi instalada a infra-estrutura básica para a execução dos tratamentos e a destinação ambientalmente segura dos resíduos gerados. Isso envolve diversas operações, tais como neutralização, redução, eliminação, encaminhamento à incineração e controle de resíduos gerados por outras unidades e instituições parceiras em trabalhos de pesquisa.

Para a instalação desse laboratório, a chefia da Embrapa Pecuária Sudeste cedeu um antigo prédio, que, após adaptações, foi transformado no Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos. Dentre as adaptações necessárias, houve a adequação das portas e a criação de saídas de emergência, a substituição de pias comuns por cubas próprias para vidrarias, a instalação de tanques para lavagem de frascos, a fixação de prateleiras de alvenaria para armazenamento dos resíduos recebidos e tratados, a instalação de escada e rampa para transporte de frascos e a adequação da rede elétrica. Apesar de ter funcionado como laboratório anteriormente, o prédio possuía bancadas de alvenaria com azulejos quebrados e piso irregular, razão pela qual foram substituídos.

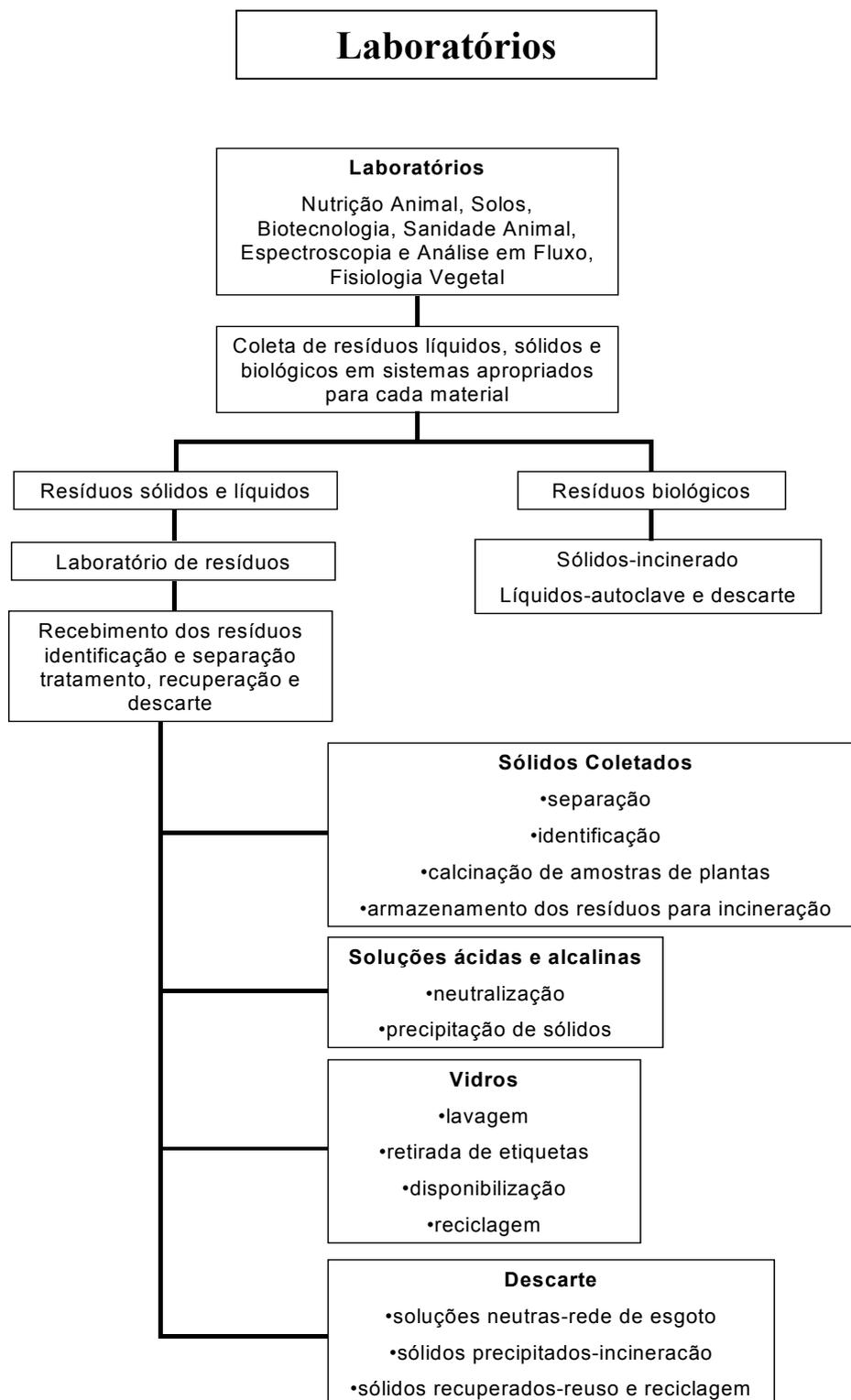
Com referência a equipamentos de segurança coletiva, foram instaladas capela para ácidos e solventes orgânicos com sistema de lavagem e filtros de gases, sistema de destilação de solventes, chuveiros, lava-olhos e destilador-desionizador de água. No Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos foram também centralizadas as operações analíticas que empregam solventes orgânicos, visando à racionalização em termos financeiros e operacionais.

A rotina de coleta dos resíduos gerados pelos laboratórios foi estabelecida de tal forma que houvesse encaminhamento proporcional à capacidade do Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos. Nesse laboratório está prevista a realização de projetos de pesquisa, para que futuramente se torne um centro para informação e promoção de cursos, palestras e treinamento na área de tratamento e descarte de resíduos químicos e biológicos.

O programa de tratamento e descarte de resíduos pretende também viabilizar o reaproveitamento e a reciclagem de frascos de reagentes, segundo sua possibilidade de reutilização. Assim, os frascos são descontaminados e colocados à disposição de possíveis usuários dentro e fora da Embrapa. Os frascos excedentes são armazenados até que sua quantidade justifique o encaminhamento para reciclagem do material, sendo o mesmo procedimento adotado para o material descartável consumido nos laboratórios.

A seguir é apresentado o fluxograma do encaminhamento interno dos resíduos químicos.

Operação de tratamento e descarte de resíduos



II.6. Segurança e ambiente

O programa também enfatiza aspectos de segurança individual e coletiva. Há adequação de procedimentos de rotina e promoção de cursos e treinamentos de curta duração para os usuários dos laboratório. Alterações na infra-estrutura dos edifícios que abrigam os laboratórios foram realizadas para atendimento de normas de segurança.

No início da implementação do programa, no enfoque da melhoria de processos, os laboratórios existentes contavam com dois equipamentos lava-olhos e portas com abertura para dentro, o que criava grande dificuldade em caso de necessidade de rápida evacuação do recinto em situações de emergência. O mesmo problema ocorria nas portas de saída de emergência do edifício, que não eram apropriadas para situações de pânico. Assim, foi invertido o sentido de abertura das portas e foram instaladas portas antipânico nas saídas de emergência, tanto nos laboratórios quanto no prédio onde eles estão situados. Ainda quanto ao aspecto de segurança, foram instalados conjuntos de chuveiros conjugados com sistema lava-olhos em pontos estratégicos dos laboratórios.

Equipamentos de segurança individual, em quantidade suficiente para atender os trabalhadores regulares e os estagiários, foram distribuídos conjuntamente com treinamento para sua utilização.

Medida também em favor do ambiente será o adequado aproveitamento da água consumida na Embrapa Pecuária Sudeste, com a implementação do Processo de Outorga de Águas. Inicialmente, foi priorizado o edifício dos laboratórios, para o qual a água é captada de uma nascente existente na propriedade. Atualmente, depois de utilizada nos vários laboratórios, a água é descartada na rede de esgoto. O mesmo ocorria com a água utilizada na refrigeração dos destiladores.

A partir da implementação do programa, a grande quantidade de água adequada para reuso responsável pelo resfriamento dos destiladores foi canalizada para retorno ao curso de água natural. Outra alternativa implementada foi a substituição do destilador mais usado por osmose reversa, que implica redução de consumo de água e de energia elétrica.

II.7. Investimentos

II.7.1 Material de consumo

- Etiquetas para classificação de risco de produtos químicos.
- Aventais de algodão, manga longa, 7/8.
- Óculos de proteção.
- Luvas de proteção.

- Bombas para coleta de resíduos.
- Caixas para descarte de agulhas e sangue.
- Tubos para coleta e análise de sangue.

II.7.2 Material permanente

- Equipamento rota-evaporador.
- Manta aquecedora e sistema de destilação.
- Capelas com sistema de lavagem de gases ou sistema de filtro de solventes.
- Chuveiros conjugados com lava-olhos.
- Portas de segurança.
- Extrator acelerado de gordura.
- Destilador-deionizador de água.
- Cubas para reforma de pias.
- Balança analítica.
- Construção de bancada central no Laboratório de Biotecnologia.
- Forno de microondas para digestão de amostras.
- Lâmpada ultravioleta portátil.

II.8. Resumo das atividades dos laboratórios atendidos pelo programa

II.8.1. Laboratório de Nutrição Animal

Quando foi elaborado este programa, no início de 2001, efetuou-se levantamento do número de amostras recebidas e analisadas no ano anterior. O Laboratório de Nutrição Animal recebe em média 5.000 amostras por ano, para a realização de diversas determinações dentre as executadas rotineiramente pelo laboratório. Esta parte do documento descreve, de maneira breve, o consumo de reagentes e a geração de resíduos de cada análise efetuada.

No Laboratório de Nutrição Animal, são analisadas amostras de tecido animal, forrageiras, rações, silagens, fertilizantes, corretivos, fezes e leite. As análises atualmente realizadas são: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, nitrato, nitrogênio amoniacal, digestibilidade "in vitro" de matéria seca, matéria mineral, macronutrientes (Ca, Mg, P, K e S) e micronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe), lipídios (extrato etéreo), energia bruta, taninos, pH e gordura. As tabelas apresentadas no Anexo 1 apresentam o perfil dos resíduos gerados em cada análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal.

II.8.2. Laboratório de Solos

No Laboratório de Solos da Embrapa Pecuária Sudeste, a entrada de amostras é constante durante todo o ano e na sua grande maioria as análises solicitadas têm como objetivo a avaliação da fertilidade. Com essa finalidade, são realizadas as análises descritas no Anexo 1, com as quantidades de reagentes utilizados e o tratamento desejado para os resíduos. O laboratório recebe em média 2.500 amostras por ano.

II.8.3. Laboratório de Sementes

O Laboratório de Sementes se dedica a testes de germinação, preparação de sementes para análise microscópica, pesagem de doses de adubos e sementes, medidas dimensionais de sementes para fins de processamento industrial, pesagem hectolétrica e desaristamento de sementes de aveia e análise de nitrogênio volátil de fertilizantes. Esse laboratório recebe e analisa cerca de 2.000 amostras por ano.

II.8.4. Laboratório de Sanidade Animal

O Laboratório de Sanidade Animal atualmente realiza exames de brucelose, anemia infecciosa equina e tuberculose. Com um rebanho de aproximadamente 3.500 animais e exames realizados a cada seis meses, há considerável quantidade de amostras de sangue a ser descartada (Anexo 1).

Depois de feitas as análises, o resíduo biológico é descartado em recipientes próprios (embalagens do tipo Descarpac[®]) e encaminhado ao incinerador municipal.

II.8.5. Laboratório de Química Analítica

O Laboratório de Química Analítica tem suas atividades voltadas para a quantificação de espécies minerais e o desenvolvimento de metodologias para análise em fluxo. Atualmente, são desenvolvidos projetos de mestrado e doutorado relacionados a procedimentos de preparo de amostras, análise de solos e nutrição e fertilidade animal.

Esse laboratório está equipado com espectrômetro de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite (GFAAS) e chama (FAAS), espectrômetro de emissão óptica com plasma de argônio acoplado (ICP OES), espectrofotômetros de absorção molecular na região do visível, potenciômetro, condutivímetro e bombas peristálticas.

II.8.6. Laboratório de Biotecnologia

O Laboratório de Biotecnologia é um laboratório de pesquisa e não desenvolve atividade de prestação de serviços. Dessa forma, o número de análises varia ao longo do tempo em função dos projetos em execução. Suas atividades estão centradas em procedimentos aplicados à análise da variação genética ao nível molecular. A perspectiva para os próximos três anos de pesquisa é de analisar a média de 700 animais por ano, com pelo menos dez análises por animal. Os resíduos gerados como consequência dessa atividade são descritos no Anexo 1.

Alguns procedimentos são adotados no Laboratório de Biotecnologia para minimizar os impactos ambientais. Os resíduos contaminados com brometo de etídio são separados e armazenados. As soluções que contêm prata metálica, resultantes do processo de coloração de géis de poliacrilamida, são decantadas e o resíduo sólido é armazenado. Além disso, a impregnação por prata vem sendo substituída pelo emprego de seqüenciador automático, adquirido com recursos aprovados pelo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT III).

III. Resultados e avaliação do melhoramento do processo

III.1. Introdução

A preocupação com a mudança da visão nos laboratórios químicos frente à redução do volume e ao tratamento dos resíduos gerados é tema recorrente em discussões sobre poluição ambiental. Os benefícios obtidos com a minimização dos resíduos incluem a racionalização dos procedimentos que visam ao menor consumo de reagentes e ao decréscimo dos custos com tratamento e descarte, além de colaborar com a segurança do operador e da comunidade, uma vez que previne a contaminação ambiental, por despejos gasosos, sólidos ou líquidos.

A implementação do presente processo envolveu todo o levantamento do passivo existente na Unidade, além de cuidadosa avaliação do ativo, considerando as diferentes análises realizadas e sua quantificação, a avaliação de resíduos gerados e as respectivas opções, em um primeiro momento, de descarte e tratamento e, em seguida, de substituição de metodologias.

Como previsto, foi realizada a reforma das instalações, visando à segurança e à racionalidade. Capelas já existentes foram adaptadas e duas novas, com filtros para os vapores de solventes orgânicos e lavadores para os gases gerados das decomposições ácidas, foram construídas. Alguns equipamentos foram adquiridos, os quais possibilitam a

realização de pesquisa e desenvolvimento com a geração de muito menos resíduos e economia de reagentes, tempo e energia, além de propiciar resultados mais confiáveis. Nesse enfoque, pode ser citado o emprego de preparo de amostras assistido por microondas, que promove a digestão em condições mais controladas e evita interferências que podem inviabilizar determinações de elementos presentes em baixa concentração. Também pode ser citado o extrator de gorduras, que possibilita o processamento de até 24 amostras simultaneamente, quando no procedimento convencional, que emprega o extrator Soxhlet, são utilizados até 120 mL de solvente por amostra e realizadas 12 amostras por semana. Somente considerando a redução no consumo de solvente, há diminuição de aproximadamente 90%, sendo o solvente residual recuperado imediatamente após o uso.

III.2. Programa de Gerenciamento de Resíduos

O Programa de Gerenciamento de Resíduos foi implementado com base nas seguintes atividades, em conformidade com a literatura pertinente (Reinhardt, 1996; USDA, 1998; Jardim, 1998) e com a legislação ambiental:

- a) Inventário e classificação dos resíduos de acordo com suas características físicas e químicas.
- b) Separação dos resíduos diretamente na fonte em que são gerados, prevenindo-se a mistura de resíduos líquidos perigosos com sólidos, para evitar o aumento do perigo e do volume final de despejos.
- c) Transferência de poluentes de uma fonte para outra (p. ex., coleta de emissões de orgânicos de uma capela em um filtro de carbono).
- d) Concentração dos resíduos com o objetivo de reduzir o volume.
- e) Outros tratamentos (p. ex., neutralização).
- f) Descarte apropriado e legal.

O estabelecimento deste protocolo teve como objetivos a redução de custos para o descarte e o manuseio dos resíduos, o aumento da eficiência e da produtividade, e a melhoria da segurança do ambiente de trabalho, com diminuição da exposição dos trabalhadores e dos estudantes aos produtos potencialmente tóxicos, com melhora da qualidade ambiental e da segurança da comunidade.

Por estar localizada em área rural, algumas características da Unidade são singulares, tais como a captação e a utilização de água diretamente de uma nascente, o que aumenta a importância deste programa. Além das vantagens ambientais propriamente ditas, o estabelecimento deste protocolo reduziu custos para o descarte e o manuseio dos resíduos, aumentando a eficiência e a produtividade do processo.

A equipe coordenadora do processo, constituída de pesquisadores, técnicos de segurança e de laboratório, vem orientando os trabalhadores envolvidos direta e indiretamente nas atividades laboratoriais sobre o destino ideal para cada descarte, atuando como multiplicadora de informação. Essa equipe foi responsável pelo levantamento do passivo e do ativo, assim como pelo estabelecimento das prioridades de tratamento e pelo enfoque em informação e segurança.

Periodicamente, são apresentadas palestras e ministrados cursos específicos sobre o tema "Resíduos". Os resultados obtidos, tanto os que se referem à implementação do programa, quanto aos resultados de pesquisa que permitem a minimização e a racionalização dos resíduos, são apresentados em congressos e reuniões voltadas ao tema, como o Fórum das Universidades Públicas Paulistas, em Águas de São Pedro, SP (maio de 2003), que tratou do gerenciamento e do tratamento de resíduos, reuniões da Sociedade Brasileira de Química e congressos em Universidades. Também houve participação em *workshop* coordenado pela Secretaria de Gestão Estratégica da Embrapa, para elaboração de documento e apresentação de seminários em outras unidades da Embrapa. Ainda, deve ser enfatizada a formação de recursos humanos, com bolsistas de treinamento técnico e iniciação científica, que, juntamente com os responsáveis pelos laboratórios em operação, fizeram todo o levantamento do passivo e executaram os procedimentos para o gerenciamento e o tratamento dentro da Unidade. Por se tratar de assunto urgente e necessário, foi implementada a política de divulgar e disponibilizar os procedimentos adotados. Foi construída uma página na *internet* (www.cppse.embrapa.br, Anexo 2), que contém as principais atividades executadas e o histórico do programa. O Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos foi inaugurado em abril de 2003 e gerou o interesse por parte de outros laboratórios, pelas atividades e os procedimentos desenvolvidos. Atualmente, diversos centros de pesquisa, tanto da Embrapa como de outras instituições de ensino, de pesquisa e de produção têm feito contatos e participado de cursos ministrados na Unidade.

Como forma de obter mais informações para a implantação correta dos procedimentos, tem sido norma adotada pela comissão responsável constante contato com pesquisadores da área, assim como avaliação e visitas em outras instituições de pesquisa e ensino que já implantaram ou estão implantando seu programa de gerenciamento de resíduos. Da mesma forma, são realizadas palestras e recebidas visitas técnicas de especialistas na área à Unidade, visando a maior intercâmbio de conhecimentos. Constantemente, ocorrem visitas e consultas por correio eletrônico, o que demonstra o interesse por assunto anteriormente não prioritário.

Além dos resíduos gerados neste Centro de Pesquisa, o Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos recebe para destinação adequada os resíduos gerados nos laboratórios da Embrapa Instrumentação Agropecuária, localizada em São Carlos, e dos laboratórios do Grupo de Análise Instrumental Aplicada, do Departamento de Química, da Universidade Federal de São Carlos. A Diretoria da Embrapa vem se mostrando sensibilizada, demonstrando interesse pelo andamento de nossos trabalhos e pela ampliação deste protocolo a outros centros de pesquisa da Empresa.

III.3. Resultados e Discussões

A seguir, cada tópico mencionado será discutido com mais detalhes e as atividades descritas, conforme previsão inicial do programa, serão separadas por área de atuação e especificidade dos reagentes e dos resíduos envolvidos.

III.3.a. Implementação de Programa de Gerenciamento de Resíduos, com a instalação de laboratório para minimização, separação, recuperação, análise, reciclagem e armazenamento de descartes gerados nos procedimentos realizados nos laboratórios.

A partir da tabela descrita a seguir, com a lista do grau de risco dos reagentes, de acordo com as fichas de dados de segurança (Merck, SDS-CD-ROM, 1998/1), foram feitas as caracterizações do ativo e do passivo existente na Unidade. A relação dos reagentes foi disponibilizada na *intranet*, para acesso por todos os laboratórios. Periodicamente são feitas atualizações dessas planilhas.

Número	Periculosidade dos reagentes
1	Irritante para os olhos, as mucosas, o sistema respiratório e a pele
2	Severas queimaduras
3	Infertilidade
4	Cancerígeno
5	Tóxico quando ingerido
6	Liberação de gases tóxicos quando reage com ácidos
7	Causa de fogo com material comburente
8	Inflamável
9	Altamente Inflamável
10	Tóxico por inalação
11	Perigo em casos de efeitos cumulativos
12	Necessário verificação - em função da legislação vigente

Esses dados são importantes, pois contribuem para a segurança dos analistas e dos técnicos da Embrapa Pecuária Sudeste.

Foram implantadas fichas de identificação dos frascos utilizados nos laboratórios e nas bombonas em que os resíduos são armazenados (Figuras 3, 4 e 5). Em seguida, foi realizado o levantamento e a caracterização dos resíduos gerados nas diferentes atividades pelos laboratórios, com base no Anexo 1 do Programa de Gerenciamento de Resíduos. Esse levantamento permitiu o controle do volume gerado mensalmente nas principais rotinas analíticas, fornecendo embasamento para a implantação do **Programa de Gerenciamento**.

Embrapa
Pecuária Sudeste

ESQUEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Reação

4 - Pode detonar
3 - Choque e calor podem detonar
2 - Reação química violenta
1 - Instável em calor
0 - Estável

Risco de Morte

4 - Mortal
3 - Extremamente perigoso
2 - Perigoso
1 - Pequeno risco
0 - Material normal

Risco de Fogo (temperatura de inflamação)

4 - Abaixo de 22°C
3 - Abaixo de 38°C
2 - Abaixo de 94°C
1 - Acima de 94°C
0 - Não inflamável

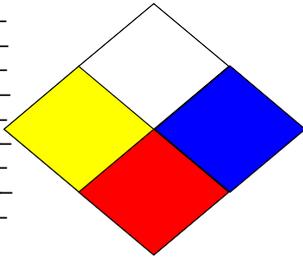
Risco Específico

Oxidante OXY
Ácido ACID
Álcalis ALK
Corrosivo COR
Não use água W
Radioativo RAD

Embrapa
Pecuária Sudeste

Laboratório _____
Data de Preparo _____
Solução de _____

Técnico(s) responsável _____
Cuidados _____
Periculosidade _____
Incompatibilidades _____
Em acidentes / Primeiros socorros _____

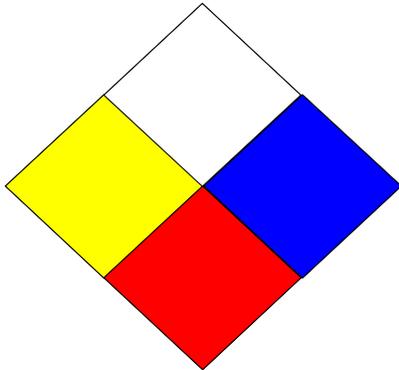


Nome(s) do(s) reagente(s)	Quantidade/Concentração

Manusear com cuidado. Contém resíduos tóxicos e perigosos

Figura 3. Modelo de etiquetas utilizadas.

Laboratório _____
Resíduo de _____
Número de Controle _____



JAN	FEV
MAR	ABR
MAI	JUN
JUL	AGO
SET	OUT
NOV	DEZ

Manusear com cuidado. Contém resíduos tóxicos e perigosos

Figura 4. Modelo de etiquetas utilizadas para controle no Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos.

Foi realizado o levantamento de todos os procedimentos e foram identificados os resíduos gerados em cada laboratório em atividade na Embrapa Pecuária Sudeste, de acordo com os componentes químicos e/ou biológicos presentes, o volume gerado e os processos responsáveis por sua geração. Por exemplo, nas Figuras 6, 7 e 8, são apresentadas fichas utilizadas em algumas determinações. Todos os laboratórios possuem uma pasta que contém uma ficha para cada procedimento. No Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos, estão catalogadas cópias de todas as fichas, o mesmo ocorrendo com os protocolos já estabelecidos, apresentados no Anexo 3.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUO QUÍMICO

Preencha uma ficha para cada frasco que contenha resíduos químicos e prenda-a ao frasco.

Resíduos compatíveis devem ser misturados, sempre que possível, em um único frasco.

Responsável:

Laboratório:

Setor:

Telefone: _____ **Ramal:** _____ **Identificação do frasco:** _____

Data do Preenchimento da folha:

Resíduo proveniente da análise de:

Marque com X as características do resíduo químico:

<input type="checkbox"/>	Ácido	<input type="checkbox"/>	Cáustico (básico)
<input type="checkbox"/>	Inflamável	<input type="checkbox"/>	Aquoso
<input type="checkbox"/>	Explosivo	<input type="checkbox"/>	Radioativo
<input type="checkbox"/>	Contém mercúrio, cádmio ou tálio	<input type="checkbox"/>	Reage violentamente com água
<input type="checkbox"/>	Contém agrotóxicos	<input type="checkbox"/>	Material biológico infeccioso
<input type="checkbox"/>	Oxidante enérgico	<input type="checkbox"/>	Redutor enérgico

Descrição dos componentes do resíduo (pode-se agrupar em classes, tais como haletos de chumbo, solventes halogenados, hidrocarbonetos, nitrilas, etc.).

Marque com “?” quando a estimativa da quantidade de um componente não puder ser feita.

Nome da substância	Quantidade (mL, g)	Observações
1 -		
2 -		
3 -		
4 -		

Figura 6. Modelo de ficha a ser preenchida com os dados do resíduo.

Os resíduos encaminhados para tratamento são catalogados, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2 (referentes aos meses de fevereiro, março e maio de 2003, e relacionados por característica dos resíduos. Os dados também são catalogados por laboratório e os totais tratados em cada período.

Como parte da implantação do Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos, foram instalados filtros para retenção de sais, em concordância com normas estabelecidas pela Companhia Estadual de Saneamento Básico. Dessa forma, precipitados salinos provenientes da neutralização são recuperados e retornam ao laboratório para posterior adequação.

Os equipamentos adquiridos, o extrator de gordura e o analisador de fibras possibilitaram substancial redução do consumo de reagentes e de energia elétrica. No entanto, ainda é gerada acetona como resíduo da determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA). São realizadas mensalmente cerca de 1800 determinações (900 de FDN e 900 de FDA). A acetona gerada é destilada e novamente utilizado para as necessidades do Centro de Pesquisa; o mesmo ocorre com o éter etílico, proveniente da determinação do teor de gordura em amostras de carne. Como forma de baratear as análises, soluções extratoras são reutilizadas, minimizando o volume gerado para descarte. A utilização do extrator de gordura, que conta com acessório recuperador de solventes, permite diminuição de cerca de 70% do uso de solventes, além da possibilidade de realizar número muito maior de determinações em menos tempo.

Tabela 1. Planilha de controle de entrada e tratamento de resíduos referente a fevereiro e março de 2003. Dados relacionados por característica do resíduo.



Pecuária Sudeste

Laboratório de tratamento de resíduos químicos

Controle de entrada e tratamento dos resíduos



Data entrada	Resíduo	Qtde. (L)	Proveniência	Data Tratamento
10/03/03	Acetona	0,4	Nutrição	01/04/03
25/03/03	Acetona	2,5	Nutrição	01/04/03
Total (L)		2,9		
17/02/03	Análise de FDA	10	Nutrição	18/02/03
24/02/03	Análise de FDA	3	Nutrição	24/02/03
18/03/03	Análise de FDA	7	Nutrição	18/03/03
20/03/03	Análise de FDA	2	Nutrição	20/03/03
25/03/03	Análise de FDA	10	Nutrição	25/03/03
Total (L)		32		
26/02/03	Análise de fertilizante	2	Nutrição	20/03/03
27/03/03	Análise de fertilizante	3	Nutrição	28/03/03
Total (L)		5		
26/03/03	Análise de gordura (éter)	2,2	Nutrição	20/03/03
Total (L)		2,2		
26/02/03	Análise de gordura de leite	2	Nutrição	27/02/03
10/03/03	Análise de gordura de leite	2	Nutrição	01/04/03
Total (L)		4		
10/03/03	Análise de P	3	Solos	24/06/03
Total (L)		3		
17/02/03	Análise de PB	40	Nutrição	18/02/03
19/02/03	Análise de PB	20	Nutrição	19/02/03
24/02/03	Análise de PB	50	Nutrição	24/02/03
10/03/03	Análise de PB	50	Nutrição	11/03/03
18/03/03	Análise de PB	25	Nutrição	18/03/03
20/03/03	Análise de PB	40	Nutrição	20/03/03
25/03/03	Análise de PB	30	Nutrição	25/03/03
27/03/03	Análise de PB	3	Nutrição	28/03/03
Total (L)		258		
10/03/03	Análise de S	2	Nutrição	01/04/03
Total (L)		2		
25/02/03	Digestão (HNO3.HClO4)	3	Nutrição	25/02/03
10/03/03	Digestão (HNO3.HClO4)	10	Nutrição	13/03/03
10/03/03	Digestão (HNO3.HClO4)	5	Nutrição	12/03/03
18/03/03	Digestão (HNO3.HClO4)	5	Nutrição	19/03/03
20/03/03	Digestão (HNO3.HClO4)	2	Nutrição	20/03/03
27/03/03	Digestão (HNO3.HClO4)	0,6	Nutrição	28/03/03
Total (L)		25,6		
18/03/03	Mercúrio líquido	0,001	Biotecnologia	
Total (L)		0,001g		
17/02/03	Resíduo ácido	6	Nutrição	17/02/03
10/03/03	Resíduo ácido	4	Nutrição	12/03/03
20/03/03	Resíduo ácido	3	Nutrição	20/03/03
27/03/03	Resíduo ácido	2,5	Nutrição	28/03/03
Total (L)		15,5		

Tabela 2. Planilha de controle de entrada e tratamento de resíduos referente a maio de 2003. Dados relacionados por característica do resíduo.

Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos.**Controle de entrada e tratamento dos resíduos**


entrada	Resíduo	Qtde. (L)	Proveniência	Data Tratamento
16/05/03	Análise de P	2	Solos	16/05/03
06/05/03	Análise de FDA	10	Nutrição	07/05/03
15/05/03	Análise de FDA	7	Nutrição	15/05/03
20/05/03	Análise de FDA	5	Nutrição	21/05/03
21/05/03	Análise de FDA	10	Nutrição	02/06/03
30/05/03	Análise de FDA	18	Nutrição	02/06/03
Total (L)		50		
30/05/03	Análise de gordura de leite	2	Nutrição	02/06/03
16/05/03	Análise de micros (DTPA)	5	Solos	
08/05/03	Análise de nitrato	5	Nutrição	27/06/03
20/05/03	Análise de nitrato	5	Nutrição	26/06/03
Total (L)		10		
07/05/03	Análise de P	5	Nutrição	12/05/03
20/05/03	Análise de P	4	Nutrição	21/05/03
Total (L)		9		
06/05/03	Análise de PB	45	Nutrição	14/05/03
12/05/03	Análise de PB	45	Nutrição	02/06/03
21/05/03	Análise de PB	40	Nutrição	06/06/03
26/05/03	Análise de PB	40	Nutrição	06/06/03
Total (L)		170		
16/05/03	Análise de SMP	5	Solos	26/05/03
16/05/03	Brometo de etídeo	2	Biotecnologia	
16/05/03	Cloreto de amônio (resina)	0,5	Solos	
15/05/03	Digestão (HNO ₃ .HClO ₄)	5	Nutrição	15/05/03
30/05/03	Digestão (HNO ₃ .HClO ₄)	5	Nutrição	02/06/03
Total (L)		10		
05/05/03	Fenol	15	Nutrição	
06/05/03	Resíduo ácido	4,5	Preparo	07/05/03
06/05/03	Resíduo ácido	3	Preparo	07/05/03
16/05/03	Resíduo ácido	4	Solos	21/05/03
16/05/03	Resíduo ácido	4	Preparo	21/05/03
26/05/03	Resíduo ácido	10	Preparo	26/05/03
Total (L)		25,5		
14/05/03	Sulfocrômica	30	Solos	14/05/03
16/05/03	Sulfocrômica	1,5	Solos	
20/05/03	Sulfocrômica	5	Solos	20/05/03
Total (L)		36,5		
16/05/03	Tris	0,5	Preparo	19/05/03

Nos laboratórios de pesquisa, onde os tipos de materiais empregados são diversificados e utilizados por período limitado, os trabalhos estão voltados prioritariamente ao estudo mais qualitativo do que quantitativo e os próprios pesquisadores e os pós-graduandos envolvidos nessas pesquisas estão se inteirando da responsabilidade de indicar alternativas para garantir o destino ambiental adequado para os resíduos gerados.

Os seguintes passos são executados nesta etapa:

- Caracterização dos resíduos gerados nas análises.
- Seleção dos resíduos ou dos laboratórios-alvo.
- Identificação e seleção das opções mais eficientes de minimização, tratamento e/ou descarte.

Para evitar o aumento da periculosidade e facilitar a destinação final, optou-se por adquirir recipientes menores, para onde os resíduos gerados pelos diferentes procedimentos são direcionados. Em cada solução são realizados os testes de incompatibilidade, para posterior manejo adequado.

III.3.b. Tratamentos priorizados

A partir do levantamento do passivo, foi possível priorizar alguns tratamentos mais urgentes e mais necessários. Dentre todos os procedimentos, os tratamentos da solução sulfocrômica produzida na determinação da matéria orgânica de solo e do brometo de etídio utilizado no Laboratório de Biotecnologia foram abordados em primeiro lugar, em razão do grande volume de resíduos gerados por essas determinações já armazenado e continuamente produzidos.

Além do protocolo usual para o gerenciamento dos resíduos de solução sulfocrômica, que emprega metabissulfito, também foi estudado método alternativo, que emprega açúcar para a redução do Cr (VI), que se mostrou potencialmente aplicável (Martin et al., 2002).

III.4. Adaptação dos laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste para que atendam às necessidades de segurança exigidas. Formação de recursos humanos voltados ao tratamento e à minimização de resíduos.

Adaptação dos laboratórios existentes visando a:

- i) Controle dos gases gerados, com instalação de filtros em capelas que utilizam reagentes orgânicos e sistema de lavagem em capelas em que são manipulados ácidos.

Embora tradicionalmente negligenciada, a poluição atmosférica provocada pelas emissões provenientes de sistemas de exaustão dos laboratórios deve ser considerada. Novas leis abordam o problema, pois é evidente o risco provocado ao ambiente ao redor dos laboratórios. No caso específico dos laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste, existe o agravante de sua localização, próxima a nascentes e mata nativa. Assim, acreditamos que o controle de emissão de gases é parte importante do programa de segurança e de conservação ambiental. Como previsto originalmente, os lavadores de gases instalados estão em operação e permitem eficiente neutralização dos gases ácidos gerados e filtragem de solventes.

- j) Redirecionamento e reciclagem da água de resfriamento dos destiladores, que utilizam água captada diretamente de uma nascente da Fazenda Canchim (local onde estão localizados os laboratórios), a qual será devolvida ao córrego por gravidade, sendo a água resfriada durante o percurso.**

Tanto no prédio principal de laboratórios, da Área de Pesquisa e Desenvolvimento, quanto no prédio onde funcionam os laboratórios de Solo e de Tratamento e Armazenamento de Resíduos, no qual foi instalado um destilador, foram construídas canalizações adequadas para o direcionamento da água proveniente do resfriamento dos destiladores. Também foi construída caixa de segurança ligada diretamente à sala de armazenamento dos resíduos. Essa caixa tem o propósito de evitar que eventuais derramamentos sejam direcionados diretamente à rede de esgoto.

- k) Adaptação de prédio já existente para a instalação de laboratório de análise e armazenamento de resíduos, onde serão realizados os procedimentos de minimização, identificação e recuperação desses resíduos. Nesse prédio foram instaladas capelas e prateleiras e, externamente, tanque para lavagem de embalagens vazias.**

O prédio para a instalação do Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos foi totalmente adaptado, sendo necessária troca de pisos, reforma e adaptação da rede hidráulica, visando ao correto direcionamento para evitar vazamentos para a rede externa, troca da rede elétrica, por questão de segurança e eficiência, e construção de novas bancadas e capelas. O Laboratório de Solos, por gerar maior quantidade de resíduos sólidos, foi transferido para esse prédio, onde também se encontram a sala para armazenamento dos resíduos e o laboratório para realização dos procedimentos de tratamento. Foi instalado piso cerâmico antiderrapante do tipo PEI V. Na área externa, foram construídas caixas de segurança, tanque para lavagem de frascos, filtros e base para os lavadores de gases.

O forno de radiação de microondas, os determinadores de fluxo e o analisador de fibras foram instalados no local onde antes funcionava o Laboratório de Solos, o que permitiu melhor distribuição do espaço físico e contribuiu para a segurança e o bem-estar dos operadores e dos usuários dos laboratórios, e para a redução do uso de reagentes, de energia elétrica e de geração de resíduos.

I) Segurança coletiva e individual, com adaptação das portas existentes (inversão do sentido de abertura) e instalação de fechaduras antipânico nas saídas principais, aquisição e instalação de extintores de incêndio, mangueiras para hidrante, lava-olhos e chuveiros de segurança, e aquisição de óculos e luvas de proteção.

O sentido das portas foi invertido, assim como foram adquiridos e distribuídos aos usuários itens de segurança individual. Treinamento para sua utilização é realizado continuamente pelo técnico de segurança da Unidade.

Atuam diretamente nos laboratórios de pesquisa da Embrapa Pecuária Sudeste 6 pesquisadores, 10 laboratoristas e 25 bolsistas de nível técnico e de nível superior, que desenvolvem todas as análises de rotina e de pesquisa dos laboratórios. A aquisição de equipamentos de segurança foi de extrema importância, contribuindo de forma efetiva para a melhoria da segurança do ambiente de trabalho. Além dos equipamentos de segurança individual, equipamentos de segurança coletiva, tais como barreiras e mantas absorventes a serem utilizadas em caso de derramamento de produto químico, foram posicionadas ao redor dos frascos coletores de resíduos nos laboratórios. Extintores e mangueiras foram adquiridos para reposição e para adequar o novo laboratório à legislação sobre combate a incêndios. Bombonas e caixas apropriadas para lixo hospitalar foram adquiridas para acondicionar os resíduos químicos para posterior encaminhamento para tratamento.

Equipamento autônomo e detector de gases serão utilizados, se necessário, em emergências causadas por derramamento de produtos químicos. Foram realizados treinamentos para correta operação dos equipamentos e o detector de gases é empregado para controle do ambiente dos laboratórios e das capelas. Barras antipânico (portas de emergência) foram instaladas visando à evacuação dos prédios em caso de emergência. Além disso, chuveiros e lava-olhos foram instalados em posições estratégicas para o pronto atendimento de acidentes, como o derramamento de produtos químicos.

m) Aquisição de equipamentos que permitam a substituição das técnicas atualmente em uso por outras que possibilitem a redução de resíduos, a redução de consumo de reagentes, a minimização da geração de gases tóxicos e a não utilização de HClO_4 na decomposição de amostras de tecido vegetal e animal (para diminuir a periculosidade), tais como extrator de gordura e forno de microondas com frascos fechados.

Os equipamentos adquiridos estão em operação. Algumas alternativas já foram estudadas e, conforme são validadas, são implementadas em rotina. Nesse enfoque, podem ser destacadas:

1) Utilização do forno de microondas

Diferentes alternativas de preparo de amostras foram propostas e novas alternativas continuam em avaliação. Como exemplo das tecnologias desenvolvidas podem ser citados o uso de ácidos diluídos para a digestão de amostras e o emprego do mesmo programa de aquecimento para decomposição de tecido animal e de tecido vegetal com diferentes teores de gordura. Essas tecnologias estão sendo desenvolvidas pelos participantes do projeto em trabalhos de pós-graduação. Os resultados obtidos são promissores. Está sendo possível a digestão de amostras com alto teor de gordura (até 90%) e proteína (90% – 100%) com ácidos diluídos ($2,0 \text{ mol l}^{-1}$ de HNO_3), o que minimiza os riscos do operador, gera menos resíduos e melhora a sensibilidade do elemento a ser determinado (Araújo et al., 2001; Araújo et al. 2002a; Araújo et al., 2002b; Araújo et al., 2002c; Carrilho et al., 2002a; Carrilho et al., 2002b).

2) Emprego de microondas na avaliação de umidade

Outras alternativas que visam também à economia de energia elétrica e à obtenção de resultados mais confiáveis estão sendo avaliadas e propostas, para implantação em rotina. A determinação de matéria seca e de umidade em amostras de solos e de plantas com forno de microondas doméstico foi proposta com esse objetivo e, a partir dos resultados obtidos, foi redigida Circular Técnica publicada pela Embrapa (Souza et al., 2002). A secagem de solos em estufa (método normalmente empregado) requer pelo menos 12 h para a completa desidratação, enquanto pelo método proposto o resultado é obtido em cerca de 10 min. Além da economia de energia, os resultados são fornecidos em tempo bem mais rápido. Esse fato é importante, por exemplo, quando se deseja verificar a necessidade de irrigação ou o controle de umidade de amostras armazenadas em silos.

3) Desenvolvimento de sistemas em fluxo

Existe grande número de métodos bem estabelecidos para o monitoramento ambiental. No entanto, alguns problemas surgem durante a aplicação desses métodos. Em primeiro lugar, existe a necessidade de estabelecimento de procedimentos com melhor sensibilidade, adequados às exigências dos órgãos ambientais. Além disso, o paradoxo que surge quando se consideram os métodos analíticos disponíveis para monitoramento ambiental é que a maioria deles resulta na produção de resíduos tóxicos e, conseqüentemente, em algum impacto ambiental. Em muitos casos, os reagentes empregados são mais tóxicos do que as espécies monitoradas. Esses resíduos devem ser adequadamente tratados e manuseados, a fim de evitar adicional contaminação do ambiente. A conscientização quanto a esse problema tem resultado no desenvolvimento de métodos analíticos "limpos" (*green analytical chemistry*), que eliminam ou reduzem drasticamente a produção de resíduos tóxicos. Atualmente, no desenvolvimento de um novo procedimento analítico ou na seleção de um já existente, a quantidade e a toxicidade dos resíduos gerados é um fator tão importante quanto qualquer outra característica analítica.

O desenvolvimento e a utilização cada vez maior de sistemas em fluxo, com as diferentes alternativas que permitem o aumento da versatilidade e o monitoramento *in situ*, com pequena interferência do analista, como os sistemas de injeção seqüencial e os sistemas que empregam pequenas válvulas solenóides controladas por computador, denominados multicomutação, são alternativas para viabilizar tanto o aumento da sensibilidade dos métodos atualmente em operação como para a minimização do uso de reagentes e da geração de resíduos. Em continuidade aos métodos já desenvolvidos e já implementados em rotina, como a determinação de fósforo e de carbono residual, foi desenvolvido sistema para determinação de N em amostras de solos e de plantas, e de nitrato e nitrito em amostras de solos. Nesse trabalho, além da constante procura por métodos que forneçam resultados com mais precisão e mais exatidão, deve ser enfatizada a diminuição no consumo de reagentes e a conseqüente diminuição da produção de resíduos (Lemos et al., 2002a; Lemos et al., 2002b).

Paralelamente, embora fora do escopo deste processo, mas que contribuem para a formação de uma consciência ambiental e para a adequação dos laboratórios visando à minimização e à substituição de técnicas potencialmente poluidoras, diversos métodos e procedimentos que empregam sistemas em fluxo estão em desenvolvimento. Esses métodos e procedimentos, após validação, são colocados em rotina, tais como a determinação de taninos em amostras vegetais, os métodos para a avaliação da qualidade da silagem, a determinação de calcário residual em amostras de solo e a especiação de fósforo em

amostras de grãos. Sistemas que empregam eletrodos seletivos para determinações *in situ* visam ao fornecimento de informações diretamente no campo, com o objetivo de diminuir o fluxo de amostras em rotina, e estão em desenvolvimento em trabalhos de pós-graduação (Nogueira et al., 2001; Silva et al., 2001; Kamogawa et al., 2001a; Kamogawa et al., 2001b; Lemos et al., 2001a; Lemos et al., 2001b; Lemos & Nogueira, 2001; Ferreira & Nogueira, 2001; Lemos et al., 2002; Ferreira & Nogueira, 2002; Ferreira et al., 2003; Kamogawa & Nogueira, 2003; Artigas et al., 2003; Vieira & Nogueira, 2004).

f) Atividades desenvolvidas no Laboratório de Biotecnologia Animal

1. Implantação do sistema automatizado de detecção de fragmentos de DNA

Recentemente foi adquirido, com recursos do PADCT III do Programa SBIO, na modalidade recém-doutor, equipamento seqüenciador automático de DNA (modelo ABI 3100Avant), que utiliza sistema óptico para leitura de fragmentos de DNA marcados com fluorescência e contribui para a diminuição da geração de resíduos da análise de marcadores microssatélites. O seqüenciador realiza as separações eletroforéticas de fragmentos em capilares de 20 µl. A coloração com prata permanece apenas como alternativa para testes de novos sistemas polimórficos, até que se verifique a viabilidade de sua análise em rotina. A introdução da análise em sistema capilar reduz significativamente o volume de reagentes, como descrito a seguir.

Resíduos químicos gerados pela coloração com prata:

Solução aquosa que contém 10% de etanol e 10% de ácido acético (1,5 L/gel); ácido nítrico a 1% (1,5 L/gel); solução de nitrato de prata a 0,1% e formaldeído a 0,05% (1,5 L/gel). O volume anual gerado para cada uma das três soluções descritas acima é de 255 L.

A reação de impregnação é concluída pela adição de 1,5 L de uma solução de carbonato de sódio a 7,4% em presença de formaldeído a 0,05%. A reação resulta na liberação de prata metálica. Como medida de controle da poluição, o resíduo da reação de impregnação é colocado em recipientes para decantar por uma semana, após o que é filtrado. Até o momento, não se determinou o destino para esse resíduo de metal.

Resíduos gerados pelo seqüenciador automático A.L.F.:

Por gel de eletroforese é gerado 1,5 L de tampão tris-borato (0,12 mol L⁻¹ de tris, 0,012 mol L⁻¹ de ácido bórico, 0,001 mol L⁻¹ de EDTA dissódico), contendo traços de

fluoresceína, formamida e uréia. Essa quantidade de resíduos seria originalmente gerada, considerando o protocolo sugerido pelo fabricante, a cada 44 amostras. Utilizando metodologia adaptada pelo Laboratório de Biotecnologia Animal, o mesmo volume de resíduos é gerado com o dobro de amostras analisadas, pela simples utilização de uma segunda aplicação de produtos de PCR no mesmo gel.

Resíduos gerados pelo seqüenciador ABI 3100Avant:

Tampão de eletroforese: 25 mL para 576 amostras;

Polímero (composto de acrilamida): 5 µL por amostra; e

Formamida: 90 µL por amostra.

Outra vantagem do sistema capilar é a grande sensibilidade e a capacidade de ler mais de um fluorocromo por amostra. Dessa forma, enquanto no sistema manual havia necessidade de analisar cada marcador separadamente, o equipamento capilar permite a realização de análises de vários marcadores simultaneamente na mesma amostra.

2. Avaliação de métodos alternativos para extração de DNA

Do ponto de vista de contaminação ambiental, um dos problemas encontrados com a extração de DNA é que os métodos convencionais utilizam solventes orgânicos, usualmente o fenol.

Além disso, nas rotinas de análise de DNA, muitas vezes há necessidade de obter esse material a partir de amostras muito pequenas, nas quais algumas centenas de núcleos celulares estão presentes. Com a finalidade de desenvolver novos protocolos de extração de DNA, três métodos foram testados.

Protocolo 1: Extração de DNA de pêlo, usando a solução de lise celular desenvolvida para extração de DNA de sêmen e kit GFX (Amersham Biosciences).

Protocolo 2: Extração de pêlo, usando o Easy – DNATM kit (Invitrogen)

Protocolo 3: Extração de DNA de pêlo, usando microondas

As diferenças de rendimento entre as amostras foi evidente. O protocolo 2 apresentou rendimento de PCR maior quando comparado aos demais, mesmo se levarmos em consideração que as amostras dos protocolos 1 e 3 foram diluídas em volume maior de água. O resultado obtido com os protocolos 1 e 3 foi equivalente, entretanto este último

utiliza apenas água e energia elétrica, resultando em baixo custo e baixa produção de resíduos, além da praticidade e do menor tempo de preparo.

3. Utilização de fonte de luz ultravioleta portátil

Fonte de luz ultravioleta portátil está sendo utilizada no monitoramento das áreas utilizadas para eletroforese submersa em gel de agarose, que permite a visualização de pontos de contaminação com brometo de etídio.

Outra vantagem do emprego do sistema manual é que ele permite o monitoramento dos géis de eletroforese durante o processo de separação das moléculas de DNA. Antes da aquisição desse acessório, o gel de agarose era retirado da cuba durante o processo de eletroforese e levado ao transiluminador, para verificar o grau de separação das moléculas. Esse procedimento resultava no descarte de luvas e de papéis absorventes contaminados com brometo de etídio. Além disso, o transporte do gel para o transiluminador era uma oportunidade para acidentes e contaminação das instalações do laboratório (móveis, interruptores de luz, etc.).

4. Reutilização de plásticos descartáveis

Grande quantidade de resíduos de polipropileno é gerada nos laboratórios de biotecnologia, por causa da necessidade de uso de ponteiras e de microtubos descartáveis. No Laboratório de Biotecnologia Animal da Embrapa Pecuária Sudeste, as ponteiras e os microtubos são descartados em três categorias de recipientes, de acordo com o grau de contaminação: contaminados com brometo de etídio; contaminados com material biológico (sangue, sêmen, etc.) e utilizados no preparo de soluções inócuas. Os resíduos pertencentes à última categoria são submetidos à lavagem e à desmineralização, para posterior uso em atividades específicas do laboratório, como, por exemplo, carregamento de amostras no gel de eletroforese. Esse material é também disponibilizado para outros laboratórios, como o de Sanidade Animal.

III.5. Formação de recursos humanos

a) Bolsas de auxílio técnico

Três bolsas de auxílio técnico foram concedidas pela Fapesp a alunos de graduação em química da Universidade Federal de São Carlos, que realizaram o levantamento do passivo existente nos laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste e atuaram no levantamento do ativo e em operações no Laboratório de Resíduos; e vêm colaborando ativamente com todas as atividades relacionadas à implantação do programa. Além desses bolsistas,

anualmente realizam estágio nos laboratórios aproximadamente dez alunos do curso de química de nível médio. Todos participam dos cursos oferecidos e estão envolvidos nos procedimentos para o gerenciamento dos resíduos gerados em suas atividades.

b) Pós-graduação

A partir do início efetivo de operação do laboratório de tratamento de resíduos químicos, em janeiro de 2003, todos os bolsistas de pós-graduação que desenvolvem suas atividades de pesquisa nos laboratórios químicos ou biológicos devem fazer previsão e propor alternativa para tratamento dos resíduos gerados em seus trabalhos, antes do início de suas atividades, sendo responsáveis pelo correto gerenciamento, juntamente com os empregados do Centro de Pesquisa.

c) Treinamentos internos

Os empregados e os estagiários dos laboratórios estão sendo treinados para:

- Uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs).
- Quais resíduos podem ser reutilizados ou reciclados.
- A necessidade da separação dos resíduos no local onde são gerados para evitar aumento da entropia e facilitar o tratamento.
- Identificar os tipos de resíduos e entender suas diferenças.
- Determinar e saber onde estão localizadas as fichas sobre as propriedades químicas e sobre a periculosidade de cada procedimento e de cada reagente utilizado, além de conhecer os protocolos estabelecidos para os tratamentos e a importância da correta execução desses protocolos.
- Uso correto das bombonas e dos recipientes designados para receber os resíduos.
- Compreender a importância da segregação na fonte geradora e as conseqüências de um erro nesse estágio, que pode provocar riscos ambientais ou de segurança coletiva, como o descarte de resíduos potencialmente tóxicos em lixo comum ou a emissão de Hg no ar.
- Compreender a importância do programa e como maximizar seus benefícios.

d) Cursos atendidos voltados ao tema:

I Semana de Química da UNICAMP, Campinas, SP (7 a 11/10/2001)

Minicurso “**Tratamento de resíduos**”, ministrado pelo Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi, da Universidade Federal de Curitiba, PR.

XXII Escola de Verão em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP (25/2 a 1/3/2002)

Curso "**Segurança em laboratórios e tratamento de resíduos**", ministrado pelo Prof. Dr. Fernando A. S. Coelho, do Departamento de Química, da Universidade Estadual de Campinas, SP.

Segurança no laboratório – Ministrado pelo Eng. Químico Felipe Del Castilho, no Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo – São Carlos, SP, em 20/8, 18/9, 24/10 e 22/11 de 2002.

Workshop sobre "Cuidados, tratamento e destino de resíduos químicos de laboratórios", realizado em 4 e 5/12/2002, na UNESP, em Jaboticabal, SP.

Foram oferecidos:

Curso de operação de forno de microondas para o preparo de amostras, para alunos e estagiários adquirirem familiaridade e verificarem as potencialidades do equipamento adquirido. Esse curso foi ministrado em 15/6/2002, na Embrapa Pecuária Sudeste.

Treinamento para o uso de equipamentos individuais de segurança, para cada novo estagiário e cada novo empregado, o treinamento é ministrado pelo técnico em segurança do trabalho, Sr. Leandro Peixoto Escrivani. Esse treinamento é oferecido uma vez por mês, com a duração de 8 h.

Curso de Análise de Fibra e Extração de Gordura, para treinamento no uso dos equipamentos para determinação de FDN e FDA, em 9 e 10/10/2002.

Palestra "**Técnicas básicas sobre gerenciamento, tratamento e identificação de resíduos químicos**", ministrada pelo bolsista Mário Henrique Gonzalez, na Embrapa Pecuária Sudeste, em 7/4/2003.

Palestra "**Gerenciamento de resíduos de laboratório em instituição de pesquisa**", ministrada por Ana Rita de Araujo Nogueira, na Embrapa Instrumentação Agropecuária, em 6/6/2003.

Palestra "**Gerenciamento de resíduos: uso de raízes de plantas para a adsorção de metais pesados**", ministrada por Mário Henrique Gonzalez, em 16/4/2004.

Palestras “Impacto ambiental e classificação das águas de descarte”, “Gerenciamento e técnicas para o descarte de resíduos químicos”, “Utilização de EPIs” e “Primeiros socorros”, ministradas por Mário Henrique Gonzalez e Leandro Peixoto Escrivani, em 30/4/2004.

Palestra “Tratamento e gerenciamento de resíduos químicos”, ministrada por Mário Henrique Gonzalez, na Embrapa Pecuária Sudeste, em 13/12/2004.

e) Participação em congressos e artigos publicados relacionados ao tema

Como forma de difundir a importância do Programa de Gerenciamento de Resíduos e de avaliar se os procedimentos adotados estão corretos, as alternativas propostas estão sendo apresentadas em *workshops* e em congressos e publicadas em forma de boletins técnicos, de fácil acesso aos usuários de laboratórios semelhantes (Souza et al., 2002; Lemos et al., 2002a; Lemos et al., 2002b; Nogueira et al., 2003a; Nogueira et al., 2003b; Nogueira, 2003c; Araújo et al., 2004; Gromboni et al., 2004a; Gromboni et al., 2004b; Nogueira et al., 2004; Souza et al., 2004; Kunz et al., 2004).

f) Teses de doutorado defendidas no escopo da melhoria de processo

ARAÚJO, Geórgia Christina Labuto. Avaliação química e da capacidade de bioadsorção do *Paspalum notatum* visando aplicações analíticas. 2004. 172 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.

KAMOGAWA, Marcos Y. Utilização conjunta de radiação ultravioleta e microondas para preparo de amostras. 2004. 125 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.

SILVA, Fernando Vitorino da. Avaliação de procedimentos para preparo de amostras agronômicas visando determinação multielementar por espectrometria de emissão óptica com plasma induzido. 2004. 115 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.

g) Parcerias

Efetiva colaboração com outras instituições de pesquisa vem ocorrendo, particularmente com o Departamento de Química da UFSCar, em virtude de parceria no Grupo de Pesquisa (GAIA – Grupo de Análise Instrumental Aplicada), e com a Embrapa Instrumentação Agropecuária, como já descrito anteriormente. Essa unidade da Embrapa produz razoável variedade de resíduos, apesar de volume relativamente pequeno, o que não justificaria a instalação de laboratório específico. Essas duas instituições têm enviado

resíduos para destinação adequada ao nosso laboratório. Deve ser destacada a colaboração técnica prestada pelo grupo do Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, com valiosas informações e dedicada atenção.

IV. Etapas para o gerenciamento de resíduos de agrotóxicos dos campos experimentais

IV.1. Resíduos e embalagens de agrotóxicos

Por estarmos localizados em uma fazenda experimental, existe a presença de depósitos de embalagens de agrotóxicos. Para direcionamento correto desses resíduos, foi nomeada pela Chefia do Centro a “Comissão de uso de agrotóxicos e descarte de embalagens de agrotóxicos”, que está trabalhando com a comissão coordenadora deste processo para adequação dos procedimentos. Foram realizadas palestras para sensibilização dos usuários. As embalagens de plástico, de metal e de vidro são submetidas à tríplice lavagem e são encaminhadas à fábrica de reciclagem autorizada para o recebimento desse tipo de material.

As seguintes etapas foram consideradas:

a - Levantamento do problema

A comissão designada, composta por pessoas ligadas diretamente ao processo de uso de agrotóxicos, realizou o levantamento dos pontos críticos e fundamentais para o bom andamento do processo, aí incluindo o levantamento do passivo de agrotóxicos na Unidade.

Esta etapa do processo encontra-se em fase de implementação, devendo seguir procedimento recomendado pela comissão, com base em documento orientador referente à melhoria de processo.

b - Centralização

Foi implementada a centralização, para racionalizar o uso de agrotóxicos, sendo priorizada:

i) A solicitação dos agrotóxicos a serem utilizados nos campos experimentais, que é feita no Almoxarifado mediante preenchimento de formulários próprios, em que consta o nome do produto solicitado, a quantidade, a data, o nome do solicitante e o número do projeto no qual será utilizado.

ii) O agrotóxico lacrado é armazenado em um galpão de apoio.

c - Galpão de apoio

Atualmente, o agrotóxico é armazenado no galpão de apoio, mas continua sob responsabilidade do Almoxarifado. Todas as operações, no que se refere ao uso de agrotóxicos, são concentradas nesse local, sob responsabilidade de empregado designado pela chefia, participante da comissão.

A estocagem das embalagens vazias é feita em prédio separado, onde é feita a tríplex lavagem e a perfuração das embalagens, além da higienização dos aplicadores.

V. Gerenciamento ambiental

V.1. Introdução

A Embrapa Pecuária Sudeste está localizada geograficamente na Fazenda Canchim, no município de São Carlos, SP, sob clima tropical de altitude, e ocupa 2.640 ha, dos quais 1.300 ha em pastagens, sendo 400 ha manejados de forma intensiva, sustentando mais de 3.000 bovinos. Comporta 97% da bacia hidrográfica do ribeirão Canchim, que nasce no maior fragmento de mata mesófila semidecídua (reserva legal de 120 ha de mata atlântica) do centro do Estado. Ainda acolhe o maior fragmento contínuo de cerrado-cerradão (reserva legal de 700 ha) do centro do Estado. Ali se encontram ambientes naturais primários (afloramentos de rocha) e climax (mata secundária, cerrado, mata ciliar e outros), ambientes agrícolas (pastagens, lavouras e reflorestamentos) e ambientes urbanizados (sede, colônia, estábulos, confinamentos, salas de ordenha e outros), integrados por rede de drenagem que alimenta o corpos de água que contribuem para a bacia do Prata-Paraná-Grande-Pardo-Mogi-Quilombo-Negros.

Em 1995, foi iniciado projeto para caracterizar o ambiente abiótico e biótico, a partir do qual seriam realizados: 1) identificação de áreas com restrição de uso (diagnóstico ambiental), 2) ações de monitoramento de qualidade ambiental para qualificar e quantificar indicadores ambientais (identificação e calibração de padrões), 3) medição do grau de impacto de sistemas de produção de leite e de carne bovinos em processo de intensificação de manejo e uso de insumos (estudo de impactos) e 4) desenvolvimento de ações de atenuação (mitigação) ou eliminação desses impactos. Além do inventário parcelado da flora nativa (Silva, 1994; Silva, 1996; Primavesi et al., 1997a,b; Rocha Filho et al., 1997; Lima et al., 1999; Silva, 2001; Lima, 2002; Hora, 1999; Hora et al., 2003, 2004a,b), nesse primeiro inventário geral (Primavesi et al., 1999a) foram levantados os primeiros focos de geração de resíduos e dejetos sólidos e líquidos. Trabalhos posteriores qualificaram e quantificaram diferentes tipos de impactos (Primavesi et al. 2001a), a qualidade da

vegetação cultivada (Primavesi et al., 1998a,d, 1999b, 2000a), a qualidade da água (Primavesi et al., 2000c, 2002), a qualidade do leite (Primavesi, 1997), a qualidade dos insumos (Primavesi et al., 2003a), a qualidade do solo (Spolon et al., 1997; Vieira et al., 1996; Calderano Filho et al., 1998; Oliveira et al., 1999; Primavesi et al., 1998b,c,e, 1999c, 2000b, 2001b,c,d 2003d, 2004b; Primavesi e Primavesi, 1999; Armelin et al., 2000; Silva et al., 2004), a biodiversidade de macrofauna invertebrada terrestre (Brigante et al., 2000a,b,c; Brigante, 2000) e aquática (Campos et al., 1996; Gromick, 1995, Oliveira et al., 1996, 1997; Roque et al., 1998), de ictiofauna (Gomes, 1999), a qualidade do ar quanto à emissão de amônia (Cantarella et al., 2001a,b; Primavesi et al., 2000d, 2001d,e, 2003c) e de metano (Pedreira et al., 2002, 2003, 2004; Pedreira, 2004; Berchielli et al., 2003; Demarchi et al., 2003a,b; Primavesi et al., 2003e,f, 2004a,c), a qualidade da mata (Hora 2004), a geração de contaminantes (Primavesi et al., 1996a,b,c; Primavesi, 1997; Rassini et al., 1998), e a geração de lixo sólido (Giovanni et al., 2000). Em 1998 (Giovanni et al., 1999; Giovanni, 1999), iniciou-se trabalho de levantamento da percepção ambiental e de ações de educação ambiental dos empregados rurais. Com base nos resultados levantados, em 2000 iniciaram-se trabalhos para montar o primeiro plano para o processo de educação ambiental interno e externo, que culminou com a primeira proposta teórico-prática (Primavesi e Primavesi, 2003). Em 2001, foi iniciado o primeiro grande projeto, financiado pela Fapesp, para tratamento de resíduos líquidos e sólidos produzidos pelos laboratórios de análise de alimentos, solos, plantas, insumos e biotecnológicos, que começou a funcionar em 2003 (Nogueira et al., 2003). Já vinham sendo feitas campanhas pontuais "5S" para descarte organizado de materiais imprestáveis desde 1995. A partir de 2000, com a contratação de técnico em segurança no trabalho, foram implementadas com a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes atividades organizadas de descarte seletivo de diversos "lixos" gerados na Fazenda Canchim.

Uma análise global mostrou que as ações de gestão ambiental poderiam ser reunidas em sete grandes grupos: 1) manejo e conservação de solo e água, 2) manejo e conservação de flora e fauna silvestre, 3) gestão e controle de qualidade de insumos, 4) gestão de resíduos sólidos, líquidos, gasosos e radiativos, 5) [manejo de defensivos agrícolas, contaminantes e produtos veterinários](#), 6) conscientização e educação ambiental, e 7) normatização dos processos e controle de qualidade com ajustes (melhoria de processo).

Ações preliminares – Gerenciamento ambiental

Dentro dos sete grandes grupos foram iniciadas atividades em diversos processos para atender ao objetivo de conservar e mesmo melhorar a qualidade ambiental, enunciados a seguir:

1. Manejo e conservação de solo e de água

1.1. Estabelecer curvas de nível e terraços em pastagens, estradas e lavouras (faltam reforços).

1.2. Estabelecer caixas coletoras de águas pluviais de estradas (melhorar capacidade ou mesmo usar “bigodes” sugeridos pela Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo).

1.3. Plantar forrageiras em nível.

1.4. Introduzir sistema de plantio direto de milho e/ou sorgo, para silagem, sobre resíduos de culturas anteriores ou sobre pastagem dessecada (integração lavoura-pecuária) (generalizar e tornar o processo obrigatório).

1.5. Estabelecer o pastejo em sistema rotacionado nas pastagens estimuladas a produzir biomassa da parte aérea, coroa e raízes, por meio da adubação racional e direcionada, e dessa forma aumentar o retorno ao solo de material orgânico.

1.6. Evitar a queima de material orgânico de pastagens na seca (estabelecido processo de combate a incêndio de pastagens e reservas legais; falta melhorar parque de veículos e equipamentos, para agilizar transporte de água e de aplicadores).

1.7. Impedir o acesso de animais aos corpos de água, e com isso evitar a formação de trilhas escoadoras de águas pluviais, desbarrancamentos de margens e sua contaminação, com estabelecimento de bebedouros próximos às áreas de pastagem.

1.8. Estabelecer árvores na forma de bosques vaporizadores, de sombra e de renques quebra-ventos (aumentar esse processo de arborização estratégica para conservação de água).

2. Manejo e conservação de flora e de fauna silvestre

2.1. Iniciar isolamento e conservação de vegetação de áreas de proteção permanente, como de nascentes, matas ciliares, lagoas e açudes, locais íngremes (falta repor 35 ha de matas ciliares).

2.2. Iniciar corte parcial de cipós da borda da reserva legal de mata estacional semidecídua (falta intensificar controle em 50% das bordas da mata e em 100% nas clareiras, para evitar destruição dessa reserva legal).

2.3. Estabelecer aceiro no entorno das reservas legais de mata e cerrado.

3. Gestão e controle de qualidade de insumos

- 3.1. Controlar qualidade e entrada de impurezas (metais pesados) carregadas por corretivos e fertilizantes (macronutrientes e micronutrientes) (foram iniciadas algumas análises exploratórias).
- 3.2. Controlar a qualidade de suplementos minerais e de ração concentrada.
- 3.3. Controlar a qualidade de reagentes para análise.
- 3.4. Participar do programa de outorga de captação e lançamento de águas superficiais e subterrâneas (processo em andamento, bastante trabalhoso e oneroso).
- 3.5. Usar racionalmente a água superficial e a subterrânea.
- 3.6. Usar racionalmente a energia elétrica.
- 3.7. Estabelecer e usar racionalmente bombas de combustíveis (óleo *diesel*, gasolina e álcool).
- 3.8. Usar racionalmente óleos e lubrificantes, e água para refrigeração (a água da nascente, por ser corrosiva, deve ser neutralizada).
- 3.9. Usar indicadores para uso eficiente de insumos, como de nitrato no tecido vegetal para uso de fertilizantes nitrogenados; ou usar níveis críticos de minerais disponíveis em solo e tecido vegetal.

4. Gestão de resíduos sólidos, líquidos, gasosos e radiativos

4.1. Sólidos

- 4.1.1. Domésticos (da colônia e da sede): descarte seletivo com separação de metais, plásticos, vidros, papéis, material orgânico e materiais diversos (armazenamento para completar carga de papéis, plásticos, metais e vidros e encaminhados para reciclagem; material orgânico recolhido pelo serviço municipal de coleta; materiais diversos encaminhados ao aterro sanitário).
- 4.1.2. Da Administração: papel (armazenado e encaminhado para reciclagem), grampos, copos plásticos, lixo dos banheiros.
- 4.1.3. Do Setor de Informática: equipamentos velhos, baterias, cartuchos de impressoras, disquetes.
- 4.1.4. Dos laboratórios: amostras de terra, amostras de tecido vegetal, amostras de tecido animal, amostras de fezes, frascos de vidro e de plástico de reagentes.
- 4.1.5. Da oficina: baterias, pneus, filtros de ar, filtros de óleo, metais, peças trocadas.
- 4.1.6. Do Setor de Serviços Auxiliares: entulho de reforma e de construção, moirões velhos de cerca, arame de cerca, lâmpadas fluorescentes, lâmpadas comuns, canos

plásticos e metálicos, tintas, corte de árvores velhas e doentes com perigo de tombar, resíduos de material elétrico, resíduos de banheiro (papel toalha, papel higiênico).

4.1.7. Dos campos experimentais: embalagens de agrotóxicos (atualmente armazenadas para completar carga a ser encaminhada a centrais de coleta), embalagens de fertilizantes, embalagens de ração, estacas usadas, lonas plásticas de silos superficiais, moirões velhos, arame de cerca velha e outros. Obs.: foi eliminada a prática de queimar embalagens, com geração de cinzas e particulados, que, sendo de vegetais, podem conter fosfato, que contamina água das chuvas e dos corpos de água.

4.1.8. Veterinários: embalagens de quimioterápicos e vacinas, lixo veterinário (encaminhado para incineração pelo mesmo processo do lixo hospitalar), embalagens de raticidas, vermicidas, mosquicidas.

4.1.9. Animais mortos (incinerados ou enterrados, conforme grau de perigo de contaminação ambiental).

4.1.10. Do patrimônio: veículos, máquinas, implementos, equipamentos fora de uso.

4.1.11. Fezes acumuladas em confinamentos e salas de ordenha (distribuídas nas pastagens, doadas para viveiro da prefeitura em troca de mudas de espécies arbóreas).

4.1.12. Cama de capim seco para animais.

4.1.13. Podas de parques e jardins: grama, galhos.

4.1.14. Serraria e marcenaria: aparas de madeira, pregos, parafusos.

4.2. Líquidos

4.2.1. Esgoto doméstico (atualmente lançado em fossas negras e sépticas, muitas transbordando para corpos de água; sem tratamento adequado).

4.2.2. Resíduos laboratoriais químicos e biotecnológicos (estação de tratamento instalada).

4.2.3. Óleos e lubrificantes usados (encaminhados para reciclagem).

4.2.4. Água de lavagem de salas de ordenha (encaminhadas para lagoas de decantação).

4.2.5. Chorume de silagem de milho e de capim.

4.2.6. Águas residuais de banho carrapaticida (equipamento desativado, mas com águas para tratar).

4.3. Gasosos

4.3.1. Gás carbônico (CO₂, gás de efeito estufa): A) redução: eliminação de queimadas, redução da prática de revolvimento do solo, B) manejo a ser melhorado: de calcário e de uréia (deve ser melhorado o processo de uso de insumos e de recursos naturais; aumentar o

acúmulo em coroas e raízes de gramíneas e troncos de arbóreas estrategicamente plantadas).

4.3.2. Gás metano (CH_4 , gás de efeito estufa, 25 vezes mais eficiente em captar calor do que o CO_2): A) redução: melhoria na permeabilidade do solo, melhoria na alimentação dos ruminantes; B) manejo a ser melhorado: manejo de lagoas de decantação e acúmulo de fezes em confinamentos.

4.3.3. Óxido nitroso (N_2O , gás de efeito estufa, 250 vezes mais eficiente do que o CO_2): A) redução: melhoria na permeabilidade do solo; B) manejo a ser melhorado: uso de adubos nitrogenados e manejo de acúmulo de fezes e urina em confinamentos; C) utilizar práticas de manejo de solo que evitem seu encrostamento superficial, sua compactação ou seu encharcamento.

4.3.4. Amônia (NH_3): deve ser melhorado o processo de uso de adubos nitrogenados aplicados sobre o solo, em especial a uréia.

4.3.5. Resíduos provenientes dos laboratórios químicos (gases ácidos e resultantes de solventes orgânicos, como acetona, clorofórmio e éter). Correção proposta: instalação de filtros e lavadores de gases adequados, já realizado.

4.4. Radiativos

4.4.1. Eliminar os pára-raios atômicos, sob supervisão de empresa especializada e credenciada (SAPRA).

4.4.2. Reduzir a iluminação noturna, para não afetar o ciclo reprodutivo da flora e da fauna que exigem noites longas.

4.4.3. Reduzir superfícies refletoras de calor, como afloramento de rochas, solos descobertos de vegetação ou muita área urbanizada sem área verde vaporizadora hidrotermorreguladora (ampliar áreas verdes).

4.4.4. Reduzir combustão de materiais orgânicos: queima de resíduos vegetais e outros lixos orgânicos, embalagens de agrotóxicos, uso racional de veículos com motores regulados.

4.4.5. Manejar adequadamente águas de arrefecimento do sistema de ar condicionado central.

5. Manejo de defensivos agrícolas, contaminantes e produtos veterinários

5.1. Redução e uso eficiente de agrotóxicos (procurar substituir por materiais biológicos).

5.2. Redução e uso eficiente de quimioterápicos, vacinas e hormônios.

5.3. Uso eficiente de corretivos e fertilizantes, em especial aqueles que contenham metais pesados (procurar substituir por fontes que não tenham esses resíduos).

5.4. Uso eficiente de fosfato em lavouras e pastagens, para evitar contaminação de corpos de água.

5.5. Uso eficiente de adubos nitrogenados, para evitar perdas de nitrato para o lençol freático.

6. Conscientização e educação ambiental

6.1. Ações de conscientização de qualidade total ou de boas práticas no manejo dos recursos naturais, insumos e resíduos e dejetos.

6.2. Preparo de material, impresso e audiovisual, para subsidiar ações de educação ambiental.

6.3. Ações de educação ambiental.

7. Normatização dos processos, com ajustes (melhoria de processos)

V. Etapas implementadas durante o ano de 2005 dentro do processo

1. Gerenciamento de resíduos químicos.

Será dada continuidade ao processo para melhoria contínua, com a priorização das seguintes etapas:

a) Minimização de resíduos – substituição de métodos analíticos que utilizam grande quantidade de resíduos.

b) Treinamento e atendimento a visitantes de outros laboratórios (Embrapa, Universidades, escolas de ensino médio e indústrias).

c) Cursos de curta duração e produção de material de divulgação.

2 – Campos experimentais

Foi implementada a centralização, para racionalizar o uso de agrotóxicos. No entanto, em próxima etapa, visando à melhoria do processo, o galpão deverá ser adaptado, para abrigar compartimentos destinados a sanitário e chuveiro, vestiário e guarda de EPIs.

Nesse local, um empregado (gerente de resíduos), designado por ordem de serviço, terá como função principal a administração de todas as atividades ligadas aos resíduos nos campos experimentais.

Ainda no galpão de apoio, deverá ser separado local para armazenamento de embalagens fechadas e abertas.

Também serão seguidos procedimentos padronizados, visando ao preparo e à separação, antes do encaminhamento final, das embalagens de agrotóxicos, segundo as etapas:

a) Preparação das embalagens vazias para devolução nas unidades de recebimento:

a.1. Embalagens rígidas laváveis: efetuar a tríplice lavagem.

a.2. Embalagens rígidas não laváveis: mantidas intactas, adequadamente tampadas e sem vazamentos.

Definição de embalagens não laváveis: são todas as embalagens flexíveis e aquelas embalagens rígidas que não utilizam água como veículo de pulverização. Incluem-se nessa definição as embalagens secundárias não contaminadas, rígidas ou flexíveis.

a.3. Embalagens flexíveis contaminadas: acondicionadas em sacos plásticos padronizados.

Definição de embalagens flexíveis: sacos ou saquinhos plásticos, de papel, metalizadas, mistas ou de outro material flexível.

a.4. Embalagens rígidas que não utilizam água como veículo de pulverização: embalagens de produtos para tratamento de sementes, Ultra Baixo Volume – UBV e formulações oleosas.

a.5. Embalagens secundárias: refere-se às embalagens rígidas ou flexíveis que acondicionam embalagens primárias e que não entram em contato direto com as formulações de agrotóxicos.

b) Transportar e devolver as embalagens vazias, com suas respectivas tampas, para a unidade de recebimento mais próxima. Para isso, deverá ser procurada orientação nos revendedores sobre os locais para devolução das embalagens (ver Item **Destino final**).

c) Deverão ser mantidos os comprovantes de entrega das embalagens e a nota fiscal de compra do produto.

d) Embalagens com sobra de agrotóxico. Essas embalagens deverão ser fechadas e destinadas ao compartimento de estocagem de embalagens com sobra de agrotóxicos. Esse mesmo produto não poderá ser requisitado ao Almoxarifado até que seja utilizado na sua totalidade. A partir daí, sua embalagem será tratada como embalagem vazia. O gerente de resíduos controlará o estoque, relacionando a quantidade usada nas aplicações, e registrará as sobras que devem ser usadas em futuros tratamentos. Essas informações devem estar

disponíveis para o chefe do Almoxarifado, para que não sejam retiradas novas embalagens do mesmo produto, o que evita desperdícios e perda de validade.

e) Restos de calda. Os cálculos de calibração dos pulverizadores e a quantificação dos volumes de calda devem ser feitos da forma mais precisa possível, para que ocorra o mínimo de sobra. A sobra de calda porventura restante no tanque deverá ser aplicada em lavouras destinadas a produção ou em bordaduras de experimentos.

f) Lavagem do pulverizador. O pulverizador deverá retornar ao galpão de apoio para a sua lavagem. Esse procedimento deverá ser realizado sobre a rampa de abastecimento, de modo que os resíduos da lavagem possam ser canalizados para um sumidouro com camadas de brita, areia e carvão vegetal. Deverá ser estudada maneira melhor de tratar esse resíduo se quantidades forem grandes.

g) Destino final. As embalagens devem ser estocadas até que se acumulem em quantidade suficiente que justifique o transporte até as unidades de recepção. O endereço dessas unidades deve constar na nota fiscal de venda dos produtos, conforme parágrafo 2º da seção II do decreto 4.074 de janeiro de 2002, que trata da destinação final de sobras e embalagens.

h) Segurança nos campos experimentais. Outro aspecto a ser abordado e priorizado é a segurança. Nesse enfoque, deverão ser observadas:

h1) A boa condição dos equipamentos de aplicação de agrotóxicos.

h2) A não aplicação de agrotóxicos em condições e horários inadequados (ventos fortes, temperatura alta).

h3) A preferência por tratores de cabine fechada para a aplicação de agrotóxicos.

h4) A atualização dos conhecimentos dos empregados periodicamente, no que se refere à tecnologia do manejo de agrotóxicos (cursos de reciclagem de conhecimentos).

h5) No momento da compra, considerar a escolha de produtos que causem menor impacto ambiental.

h6) Optar por embalagens de plástico e plástico hidrossolúvel; embalagens de metal e de vidro, sempre que possível, deverão ser evitadas.

h7) Não realizar misturas em tanque de diferentes princípios ativos, a não ser que haja compatibilidade entre os produtos.

h8) Roupas contaminadas não deverão ser levadas para lavagem em casa – a área de manipulação deve ter um sistema (máquina) para lavagem dos macacões e das outras peças de vestuário expostas.

h9) Será dada continuidade ao treinamento da equipe de trabalho: o supervisor e os operadores deverão ser treinados para as atividades de uso de equipamentos de proteção individual, recebimento, inspeção, triagem e armazenamento das embalagens, e deverão estar informados sobre o destino final de cada tipo de embalagem.

VI. Avaliação global do processo

A melhora da qualidade ambiental nos laboratórios está sendo visível, o que influencia de forma positiva o andamento dos diversos projetos de pesquisa atualmente em desenvolvimento neste Centro de Pesquisa, além de toda a bacia hidrográfica do ribeirão Canchim, que abastece a colônia de trabalhadores da Embrapa Pecuária Sudeste, onde vivem cerca de 150 pessoas, e as demais propriedades em sua rota. Está sendo implantada a cultura de preservação ambiental, repassada por meio de cursos de curta duração aos empregados e aos estudantes que desenvolvem seus trabalhos técnicos, de graduação e pós-graduação em diferentes áreas, tais como química, biologia, agronomia, zootecnia e veterinária. A idéia de implementação da racionalização dos experimentos que visam à minimização do uso de reagentes e conseqüentemente a geração dos resíduos durante o planejamento do trabalho de pesquisa já vem sendo cultivada na formação profissional desses estudantes.

O programa é continuamente reavaliado e novos desafios são constantemente apresentados, como o tratamento, preferencialmente no local, de resíduos de pesticidas utilizados na agricultura e na pecuária. Estudo voltado ao tema foi proposto recentemente como projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Macroprograma 3 da Embrapa. O tratamento proposto emprega métodos oxidativos com catalisadores e luz ultravioleta. A implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Embrapa Pecuária Sudeste ajusta-se às determinações da legislação ambiental brasileira e seu objetivo é coerente com a tendência global de gerenciamento ambiental com produção eficiente, econômica e limpa.

VII. Referências Bibliográficas

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, Less is Better: Laboratory Chemical Management for Waste Reduction. 1993. 27 p.
- ARAÚJO, G. C. L.; NOGUEIRA, A. R. A.; NÓBREGA, J. A.. Microwave single vessel acid-vapor extraction: effect of experimental parameters on Co and Fe determination in biological samples. *Mikrochimica Acta*, Austria, v. 144, p. 81-85, 2004.

- ARAÚJO, G.C., GONZALEZ, M.H., NOGUEIRA, A.R.A., NÓBREGA, J.A., Effect of nitric acid concentration on closed-vessel microwave-assisted digestion of plant materials. TU 35. **Seventh Rio Symposium on Atomic Spectrometry**, Florianópolis, SC, Brazil, April, 7-12, 2002b
- ARAÚJO, G.C., NÓBREGA, J.A., NOGUEIRA, A.R.A. Efeito da concentração ácida na digestão de amostras vegetais assistida por microondas com cavidade. **XLII Congresso Brasileiro de Química**, Rio de Janeiro, 9-13/09/2002c.
- ARAÚJO, G.C., NÓBREGA, J.A., NOGUEIRA, A.R.A. Efeito da concentração ácida na digestão de amostras vegetais assistida por microondas com cavidade. **VIII Workshop de pós-graduação – IQSC**, São Carlos, SP, 27-29/11/2002d.
- ARAÚJO, Geórgia Christina Labuto. Avaliação química e da capacidade de bio-sorção do *Paspalum notatum* visando aplicações analíticas. 2004. 172 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.
- ARAÚJO, J.C.L., GONZALEZ, M.H., FERREIRA, A.G., NOGUEIRA, A.R.A., NÓBREGA, J.A., Effect of acid concentration on closed vessel microwave-assisted Acid digestion of plant materials. **Spectrochimica Acta B**, **57**(12) 2121-2132 2002a.
- ARMELIN, M.J.A.; PIASENTIN, R.M.; PRIMAVESI, O. Monitoração do arsênio em sistemas intensivos de produção de gado pela análise por ativação com neutrons. In: **ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES - ENAN**, 5., 15-20/10/00, Rio de Janeiro. Anais (CD-Rom). Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), 2000. 3p.
- ARTIGAS, J., JIMENEZ, C., LEMOS, S.G., NOGUEIRA, A.R.A., TORRE-NETO, A., ALONSO, J. Development of a screen-printed thick-film nitrate sensor based on a graphite-epoxy composite for agricultural applications. **Sensors and Actuators B**, **88**(3) 337-344, 2003.
- BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. . In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, **40.**, 21-24/7/2003, Santa Maria - RS. Anais.... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; SBZ, 2003. CD-Rom, Anais de Resumos, Área Nutrição de Ruminantes: 4p. (código 6_224442_6_Telma.pdf)
- BRIGANTE, J. A substituição do sistema natural por sistema de pastagens e seus efeitos sobre as comunidades microbiológicas e de macrofauna invertebrada, em um latossolo tropical. São Carlos: Univ.Fed.São Carlos - PPG Ecologia e Recursos Naturais, 2000. 102p. (Tese de Doutorado)
- BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O. Avaliação da comunidade microbiana de um solo tropical sob pastagem. In: International Symposium on Soil functioning under pastures in intertropical areas, 16-20/10/2000, Brasília. Extended Abstracts. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000b. 4p. CD: Menu/Section 3.
- BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M.F.; BROSSARD, M. Pastagens tropicais e reflexos sobre a diversidade de grupos da macrofauna de invertebrados do solo. In: International Symposium on Soil functioning under pastures in intertropical areas, 16-20/10/2000, Brasília. Extended Abstracts. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000. 4p. CD: Menu/Section 2.

- BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M.F.; BROSSARD, M. Impacto de um sistema de pastagem tropical sobre a macrofauna invertebrada do solo. In: International Symposium on Soil functioning under pastures in intertropical areas, 16-20/10/2000, Brasília. Extended Abstracts. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000a. 4p. CD: Menu/Section 2.
- BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M.F.; BROSSARD, M. Soil macroinvertebrates diversity as affected by tropical pastures. In: International Symposium on Soil functioning under pastures in intertropical areas, 16-20/10/2000, Brasília. Program and Abstracts. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000. p.15. (N.9)
- CALDERANO FILHO, B.; SANTOS, H.G.dos; FONSECA, O.O.M.da; SANTOS, R.D.dos; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C. Os solos da Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP: Levantamento semi-detalhado, propriedades e potenciais. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS/São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. 95p. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de Pesquisa, 7)(EMBRAPA-CPPSE. Boletim de Pesquisa, 2).
- CAMPOS, A. F.; SANSEVERINO, A. M.; GOMES, J. H. C.; ARANHA, J. M. R.; BISPO, P. C.; GUERESCHI, R. M.; NASCIMENTO, V. M. C. **Estudo da entomofauna de um trecho do córrego o Canchim** (EMBRAPA, Faz.Canchim, São Carlos, SP). São Carlos, UFSCar, 1996, 19p. (Trabalho Disciplina de Ecologia de Insetos Aquáticos, PG-Ecologia e Recursos Naturais).
- CANTARELLA, H.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. de; SILVA, A. G. da. Perdas diárias de amônia por volatilização, de duas fontes de adubo nitrogenado aplicadas na superfície de pastagem de capim-coastcross (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross). In: Reunião Anual da SBZ, 38., 23-26/7/2001, Piracicaba-SP. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2001b. p.330-331. (seção 4: Forragicultura, n. 1034).
- CANTARELLA, H.; CORRÊA, L. de a.; Primavesi, A. C.; Primavesi, O.; Freitas, A. R. de; Silva, A. G. da. Ammonia losses by volatilization from coastcross pasture fertilized with two nitrogen sources. In: International Grassland Congress, 19., 12-21/02/2001, São Pedro-Brazil. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2001a. p.190-192.
- CARRILHO, E.N.V.M., GONZALEZ, M.H., NOGUEIRA, A.R.A., CRUZ, G.M., J.A.NÓBREGA, Microwave-assisted acid-decomposition of biological samples using a single heating program for element determination by inductively coupled plasma optical emission spectrometry, **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 50, 4164-4168, 2002a.
- CARRILHO, E.N.V.M., NOGUEIRA, A.R.A. NÓBREGA, J.A., FERREIRA, M.M.C., Chemometric characterization of animal-derive samples by inductively coupled plasma optical emission spectrometry and microwave-assisted sample preparation. ThP08. 2002 **Winter Conference on Plasma Spectrochemistry**, Scottsdale, Arizona, January 6-12, 2002b.
- CARRILHO, E.N.V.M., NOGUEIRA, A.R.A. NÓBREGA, J.A., Microwave-assisted decomposition of protein- and fat-rich samples under mild acidic conditions in: **Colloquium Spectroscopicum Internationale**, XXXIII CSI, 2003, Granada, Espanha.
- CARRILHO, E.N.V.M., NOGUEIRA, A.R.A. NÓBREGA, J.A., SOUZA, G.B., CRUZ, G.M. "Teores de gordura e proteína em materiais biológicos e carbono residual após decomposição assistida por microondas. TA-2. **24ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 28 a 31/05/2001, Poços de Caldas, MG.
- CETESB, URL: <http://www.cetesb.sp.gov.br>, acessado em 12/02/2001.

- DEMARCHI, J. J. A. A.; MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; ALLEONI, G. F.; FRIGHETTO, R. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A. Daily methane emission at different seasons of the year by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Preliminary results. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 26-31/10/2003, Pôrto Alegre – RS, Brazil. Proceedings... Pôrto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia/World Association of Animal Production, 2003a. CD-Rom: Session – Ruminant Nutrition. 3p.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; ALLEONI, G. F.; FRIGHETTO, R. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A. Preliminary results on methane emission by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: International Methane and Nitrous Oxide Mitigation Conference (II), 3, 17-21 November 2003, Kunlun Hotel Beijing, China. Proceedings, vol 2... Beijing: China National Coal Association, 2003b, p.80-84.
- FERREIRA, E.C. E NOGUEIRA, A.R.A. "Determinação automatizada de taninos baseada em reação de precipitação com hemoglobina" **11º Encontro Nacional de Química Analítica**, 18 a 21 de setembro de 2001, Campinas, SP, IA-3.
- FERREIRA, E.C., SOUZA, G.B., NOGUEIRA, A.R.A., FIA-FAAS Method for Tannin *Determination Based on Precipitation Reaction with Hemoglobin*. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.14(2), 329-333, 2003.
- GIOVANNI, P. C. **Proposta de um programa de educação ambiental junto à população residente na fazenda Canchim, São Carlos, São Paulo (Embrapa Pecuária Sudeste)**. São Carlos, CHREA-EESC/USP, 1999. 131p. (Trabalho apresentado para Exame de Qualificação ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Curso de Ciências da Engenharia Ambiental).
- GIOVANNI, P.C.DI; COSTA, G.G.G.; OLIVEIRA, H.T. de; ROCHA FILHO, J.; PRIMAVESI, O. A bacia hidrográfica como unidade de estudo no desenvolvimento de um projeto de educação ambiental em uma escola pública de São Carlos, SP. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO da AMERICA LATINA-GIS BRASIL'99, 5, Salvador, BA, 19-23/07/99. Anais. Curitiba: Ed.Sagres/Fatorgis, 1999. 10p. (CD: GIS99\modulo_mix\ensino\592\592.htm)
- GIOVANNI, P.C.DI; OLIVEIRA, H.T.; ROCHA FILHO, J.; PRIMAVESI, O. Resíduos sólidos domésticos: uma solução proposta para o ambiente rural. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AGRICULTURA, 2., 13-14/09/2000, Campinas, SP. Anais. Campinas: IAC, 2000. p.35.
- GOMES, A. R. **Estudo sobre a composição, distribuição e habitat da ictiofauna do ribeirão Canchim, Município de São Carlos, SP**. São Carlos: UFSCar/PPG Ecologia e Recursos Naturais, 1999. 104p. (Dissertação de Mestrado).
- GROMBONI, C. F.; KAMOGAWA, M. Y.; NOGUEIRA, A. R. A.; NÓBREGA, J. A. Evaluation of the microwave-photo Fenton reaction in the decomposition of pesticide residues. In: **8TH RIO SYMPOSIUM ON ATOMIC SPECTROMETRY**, 2004, Paraty. Book of Abstracts. 2004a. v. 1, p. 119.
- GROMBONI, C.F., KAMOGAWA, M.Y., Nóbrega, J.A., NOGUEIRA, A.R.A., Evaluation of the microwave UV radiation in the decomposition of milk. V Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages, São Carlos, 2004b, 1-4 de dezembro P. 140.
- GROMICK, M. B. **Coletas de coleópteros coprófagos utilizando fezes de bovinos arraçoados e não arraçoados**. São Carlos: UFSCar, 1995. 30p. (Trabalho de graduação, Biologia)
- HORA, R. C. **Composição florística e aspectos da estrutura da comunidade de lianas em uma mata mesófila semidecídua na fazenda Canchim, São Carlos, SP**. São Carlos: UFSCar/PPG Ecologia e Recursos Naturais, 1999. 86p. (Dissertação de Mestrado).
- HORA, R. C. **Composição, distribuição e organização espacial das lianas em uma floresta estacional semidecidual em São Carlos-SP**. São Carlos: UFSCar/PPG Ecologia e Recursos Naturais, 2004. 110p. (Tese de Doutorado).

- HORA, R. C.; BOCATTO-FRANCO, A.; SOARES, J. J.; PRIMAVESI, O. Ocorrência de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual – tendência de variação borda - interior. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 9-14/11/2003, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: Ed. Universidade Federal do Ceará, 2003. p.470-472.
- HORA, R. C.; PINHO, M.; TSUJI, R.; UDULUTSCH, R.; PRIMAVESI, O. Estrutura e composição de espécies arbóreas na borda e interior de um fragmento florestal. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55., 18-23/7/2004, Viçosa – MG. CD-Rom, Livro de Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004a. 1p. (Sessão temática: Florística, fitossociologia e fitogeografia)
- HORA, R. C.; PRIMAVESI, O.; SOARES, J. J. Abundância e distribuição de lianas sobre as copas de espécies arbóreas em uma floresta estacional semidecidual. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55., 18-23/7/2004, Viçosa – MG. CD-Rom, Livro de Resumos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004b. 1p. (Sessão temática: Ecologia e biologia da reprodução)
- JARDIM, W.F., Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, 21(5), 1998, 671p.
- KAMOGAWA, M. Y., NOGUEIRA, A.R.A. Flow system to gas capture from a nebulized solution. **Analytica Chimica Acta**, 479, 167-172, 2003.
- KAMOGAWA, M.Y. E NOGUEIRA, A.R.A. "Utilização de solução nebulizada para captura de gases em sistema de análise em fluxo" **11º Encontro Nacional de Química Analítica**, 18 a 21 de setembro de 2001a, Campinas, SP. IA-4.
- KAMOGAWA, M.Y., SILVA, F.V., SOUZA, G.B. "Utilização de unidade de pervaporação interfaceada à espectrômetro de emissão ótica para determinação direta do teor de carbonato em solos" . **24ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 28 a 31/05/2001b, Poços de Caldas, MG.
- KAMOGAWA, M;Y., NOGUEIRA, A.R.A., MIYAZAWA, M., ARTIGAS, J., ALONSO, J. Determination of soil calcareous efficiency using flow system with pervaporative separation. **Analytica Chimica Acta**, 438, 273-279, 2001c.
- KAMOGAWA, Marcos Y. Utilização conjunta de radiação ultravioleta e microondas para preparo de amostras. 2004. 125 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.
- KUNZ, A.; NOGUEIRA, A. R. A.; BIZZO, H.; SIMEONE, M. L. F.; ENCARNAÇÃO, R. Estrategia para Implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos de Laboratorio na Embrapa. Concordia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2004. (Série Documentos n. 90).
- LEMOS, S.G. E NOGUEIRA, A.R.A. "Desenvolvimento e aplicação de sensores eletroquímicos de estado sólido à análise de solos "in-situ". Resumo completo – CD **4ª Jornada Científica Universidade Federal de São Carlos**, 09/2001a, São Carlos, SP
- LEMOS, S.G., KAMOGAWA, M.Y., SOUZA, G.B., PRIMAVESI, A.C. E NOGUEIRA, A.R.A. Sistema FIA potenciométrico para a determinação de amônia: aplicação na análise da perda por volatilização da uréia utilizada como fertilizante".**24ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 28 a 31/05/2001b, Poços de Caldas, MG.
- LEMOS, S.G., NOGUEIRA, A.R.A., BATISTA, G.B., Determinação de formas inorgânicas de nitrogênio por análise em fluxo, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa, 2002a.
- LEMOS, S.G., NOGUEIRA, A.R.A., FERREIRA, M.M., TORRE-NETO, A., ARTIGAS, J., Alonso, J. Emprego de sensores eletroquímicos no desenvolvimento de uma sonda para análise in situ de nitrato em solo. **VIII Workshop de pós-graduação – IQSC, São Carlos, SP**, 27-29/11/2002b.

- LEMOS, S.G., NOGUEIRA, A.R.A., TORRE-NETO, A., ARTIGAS, J. E ALONSO, J. "Estudos preliminares sobre o desenvolvimento e aplicação de sensores potenciométricos em análise de solos *"In-situ"*. **11º Encontro Nacional de Química Analítica**, 18 a 21 de setembro de 2001c, Campinas, SP, SR-3.
- LEMOS, S.G.;PEREIRA, T.M.; CHRISTINELLI, W.A., Análise em fluxo aplicada à rotina de um laboratório de pesquisa agropecuária. Feira de Projetos em Química, **XLII Congresso Brasileiro de Química**, Rio de Janeiro, 9-13/09/2002c.
- LIMA, R. N. **Proposta metodológica para análise da paisagem. Estudo de caso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Negros, São Carlos-SP**. São Carlos: UFSCar/PPG Ecologia e Recursos Naturais, 2002. 147p. (Tese de Doutorado).
- LIMA, R.N.; PRIMAVESI, O.; ROCHA FILHO, J.; CAVALHEIRO, F.; SANTOS, J.E. Uso de SIG e sensoriamento remoto na caracterização da paisagem da fazenda Canchim - Embrapa/CPPSE, São Carlos, SP. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO da AMERICA LATINA-GIS BRASIL'99, 5, Salvador, BA, 19-23/07/99. Anais. Curitiba: Ed.Sagres/Fatorgis, 1999. 8p. (CD: GIS99\ modulo_usuario\ meio_amb_rec_nat\ 614\614.htm)
- MARTIN, F.C.N., PINTO, S.R.V., SOUZA, G.B., NOGUEIRA, A.R.A., Tratamento dos resíduos gerados pela oxidação da matéria orgânica do solo com o emprego de solução sulfocrômica. **XLII Congresso Brasileiro de Química**, Rio de Janeiro, 9-13/09/2002. pg. 623.
- NOGUEIRA, A. R. A. Preparo de amostras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MÉTODOS DOS LABORATÓRIOS DA EMBRAPA, 8., 2004, Jaguariúna, SP. Novas perspectivas para os laboratórios da Embrapa. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003c. 1 CD ROM.
- NOGUEIRA, A. R. A.; GONZALEZ, M. H.; SOUZA, G. B. de Programa de gerenciamento de resíduos químicos da Embrapa Pecuária Sudeste – avaliação do primeiro ano de funcionamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL; CICLO DE CONFERÊNCIAS SOBRE POLÍTICA E GESTÃO AMBIENTAL, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ICTR: NISAM, 2004. p.73.
- NOGUEIRA, A.R.A., GONZALEZ, M.H. GROMBONI, C.F., PICCHI, C.M.C. **Implementação de Estratégias para Minimização de Resíduos Químicos na Embrapa Pecuária Sudeste**. 26ª RA da SBQ, 05/2003a.
- NOGUEIRA, A.R.A., REGITANO, L.C.A. E GONZALEZ, M.H. **Gerenciamento de resíduos dos laboratórios da Embrapa Pecuária Sudeste**. Anais do Fórum Sobre Resíduos das Universidades Públicas Paulistas. Águas de São Pedro, 05/2003b.
- NOGUEIRA, A.R.A., SILVA, F.V., KAMOGAWA, M.Y., FERRAZ, L.F.M., Sequential injection analysis: a powerful tool for routine soil and plant laboratories. ID 32-07, pag. 1050. **XIX International Grassland Congress. Grassland Ecosystems: an Outlook into the 21st Century**. 11-21/02/2001, Piracicaba, SP, Brasil.
- OLIVEIRA, G. P. de; RODRIGUES, S. R.; GROMICK, M. B. Espécies de besouros fimícolas ocorrentes em áreas de pastagens em São Carlos, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA ETERINÁRIA, 24., Goiânia, 1996. **Anais...** Goiânia: CBMV, 1996. p.153.
- OLIVEIRA, G. P.; SILVA, A. L.; MENDES, J.; TAVARES, L. N. J. **Insetos associados a fezes de bovinos na região de São Carlos, São Paulo**. São Carlos: Embrapa-CPPSE, 1997. 10p. (mimeografado)
- OLIVEIRA, M. L. de; GARCIA, R.V.; MELLO, J.W.V. de; PRIMAVESI, O. Efeito do tipo de manejo sobre o caráter eletroquímico de um Latossolo Vermelho-Amarelo do estado de São Paulo. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO – CLACS 99, 14., Pucon/Temuco/Chile, 1999. **Resumos...** Temuco/Chile: Univ.de La Frontera, 1999. p.12.

- PEDREIRA, M. S., PRIMAVESI, O.; RODRIGUES, A. A.; LIMA, M. A.; OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T. Emissão de metano de origem ruminal em novilhas alimentadas com diferentes variedades de cana-de-açúcar e suplementadas com concentrado ou uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 21-24/7/2003, Santa Maria - RS. Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; SBZ, 2003. CD-Rom, Anais de Resumos, Área Nutrição de Ruminantes: 5p. (código 6_531_3_marcio.pdf)
- PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso : concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 19-22/7/2004, Campo Grande - MS. CD-ROM, Anais... Campo Grande: SBZ: Embrapa Gado de Corte, 2004. 5p. (Seção Nutrição de Ruminantes, n. 50/76; geral n. 371)
- PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M. A.; JOHNSON, K.; WESTBERG, H. Medição a campo de metano ruminal emitido por bovinos leiteiros em ambiente tropical. 2 – Resultados iniciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 29/7 a 1/8/2002, Recife-PE. Anais... Recife: Univ.Fed.Rural Pernambuco; SBZ, 2002. CDRom, Anais de Resumos, Área Forragicultura: 3p.
- PEDREIRA, M.S. **Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6)**. Jaboticabal: UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2004. 136p. (Tese de Doutorado)
- PRIMAVESI, O.; PEDREIRA, M.S.; FRIGHETTO, R.T.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; RODRIGUES, A.A., BARBOSA, P.F. Manejo alimentar de bovinos leiteiros para reduzir produção de metano ruminal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004c. 12p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 40).
- PRIMAVESI, O. Iodo em leite, possível indicador de qualidade em pecuária leiteira intensiva de precisão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **72**(3, dez): 283-293, 1997.
- PRIMAVESI, O., LIGO, M.A.V., PRIMAVESI, A.C. Avaliação do impacto do manejo intensivo de pastagens sobre a atividade biológica do solo. EMBRAPA/Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, (out.) 1996b. 6p. (EMBRAPA/Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, Pesquisa em Andamento, 10).
- PRIMAVESI, O., LIGO, M.A.V., PRIMAVESI, A.C. Avaliação do impacto ambiental do manejo intensivo de pastagens, através da degradação de matéria orgânica por atividade de microartópodes do solo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 4-8/ago/96, Águas de Lindóia, SP. Resumos expandidos (CD)...Piracicaba: ESALQ-USP/ SLACS/SBCS/CEA/SBM, 1996c. Comissão 03/005. 4p.
- PRIMAVESI, O., LIGO, M.A.V., PRIMAVESI, A.C.P.A. Degradação de matéria orgânica por atividade de microartrópodes do solo para avaliação do impacto ambiental de manejo intensivo de pastagens. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **71**(3): 311-321, 1996a.
- PRIMAVESI, O., PRIMAVESI, A.C.P.A. Perfil da distribuição de fosfato, sulfato e nitrato em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes manejos. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 11-16/jul/99, Brasília, DF. Resumos... Brasília: Embrapa Cerrados/SBCS, 1999. CD. Seção 9: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, seção pôsteres.
- PRIMAVESI, O.; CAMARGO, A. C.; PRIMAVESI, A. C. P. A. Recuperação de área desmatada de nascente e mata ciliar, em microbacia hidrográfica ocupada com atividade pecuária, na região de São Carlos, SP: dificuldades e sugestões. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - SINRAD, 3, Ouro Preto-MG, 18-24/mai/97. **Anais...** Viçosa: UFV/SOBRAGE, 1997b. p.446-453.

- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. de a.; CANTARELLA, H.; Silva, A. G. da. Soil nitrate level variation under intensive nitrogen fertilized coastcross pasture. In: International Grassland Congress, 19., 12-21/02/2001, São Pedro-Brazil. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2001b. p.195-196.
- PRIMAVESI, O.; ARMELIN, M.J.A.; PIASENTI, R.M.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; CRUVINEL, P.E. Caracterização mineral de solos agrícolas utilizando a análise por ativação com neutrons. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2., São Carlos-SP, 2-4/12/1998. Programa e Resumos... São Carlos: Embrapa-CNPDI, 1998c. (Trabalho n.9).
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. Adubação com uréia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (nov) 2003b. 6p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, 41).
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. DE. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (jun) 2001d. 42p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 30).
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. DE; PRIMAVESI, A. C. P. A.; CAMARGO, A. C., ROCHA FILHO, J.; JORGE, L. A. C.; LIGO, M. A. V.; VIEIRA, S. R. Qualidade ambiental em sistema intensivo de produção de bovinos de leite, na microbacia do ribeirão Canchim: indicadores, manejo e problemas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (jul) 2001a. 70p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 07).
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. Water quality of the Canchim's creek watershed, in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.45, n.2, 209-217, 2002.
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.de; OLIVEIRA, H.T.de; PRIMAVESI, A.C.P.A. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, 12(1): 95-111, 2000c.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T. Methane emission from grazing dairy cattle in tropical Brazil: mitigation by improving production. In: INTERNATIONAL METHANE AND NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE (I), 3., 17-21/11/2003, Beijing, China. Proceedings, vol 1... Beijing: China National Coal Association', 2003e. p. 349-355. Session 3: Enteric & Manure (tb em CD-Rom) .
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUES, A. A. Low fiber sugarcane to improve meat production with less methane emission in tropical dry season. In: INTERNATIONAL METHANE AND NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE, 3., 17-21/11/2003, Beijing, China. Proceedings, vol 1... Beijing: China National Coal Association, 2003f. p. 185-189. Session 3: Enteric & Manure.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.277-283, mar.2004a.
- PRIMAVESI, O.; JORGE, L.A.C.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; ROCHA FILHO, J. Análise de imagens digitais de cobertura de pastagens para tomada de decisões em manejo sustentável. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2., São Carlos-SP, 2-4/12/1998. Programa e Resumos... São Carlos: Embrapa-CNPDI, 1998a. (Trabalho n.13).

- PRIMAVESI, O.; JORGE, L.A.C.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; ROCHA FILHO, J. Análise de imagens digitais de cobertura de pastagens para tomada de decisões em manejo sustentável. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2., dezembro 1998, São Carlos, SP. Anais. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2000a. p.154-160.
- PRIMAVESI, O.; PIASENTIM, R. M.; ARMELIN, M. J. A.; PRIMAVESI, A.C. Caracterização multielementar de insumos agrícolas, em sistema intensivo de produção animal, pelo método de análise por ativação com nêutrons. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v., n.2, p: 239-254, 2003a.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. P. A.; PEDROSO, A.F.; CAMARGO, A. C.; RASSINI, J. B.; ROCHA FILHO, J.; OLIVEIRA, G. P.; CORREA, L. A.; ARMELIN, M. J. A.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. Microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim: um modelo real de laboratório ambiental. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999a. 133p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 5).
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A. Surface-applied limestone on intensively managed tropical grass pasture. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 26-31/10/2003, Pôrto Alegre – RS, Brazil. Proceedings... Pôrto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia/World Association of Animal Production, 2003d. CD-Rom: Session – Grassland and forage crops. 3p.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. da. Variação semanal de nitrato no perfil do solo em pastagem de capim-coastcross (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross) intensamente adubada com nitrogênio, no período das chuvas. In: Reunião Anual da SBZ, 38., 23-26/7/2001, Piracicaba-SP. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2001e. p.176-177. (seção 4: Forragicultura, n. 0504).
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Perdas de nitrato no solo em pastagem de coastcross intensamente adubada. In: Reunião Anual da SBZ, 37., 24-27/7/2000, Viçosa-MG. Anais. Viçosa: Univ.Fed.Viçosa, 2000b. CD: Seção Poster, Forragicultura, n. 0765, 3p.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; VIEIRA, S. R. Saturated field hydraulic conductivity variation in intensively managed tropical pastures. In: International Grassland Congress, 19., 12-21/02/2001, São Pedro-Brazil. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2001c. p.196-197.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C de. Conhecimento e controle, no uso de corretivos e fertilizantes, para manejo sustentável de sistemas intensivos de produção de leite de bovinos a pasto. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **74** (2, set) : 249-265, 1999c.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C. Forage crop inter and intraspecific competition, in intensive bovine production systems: care for sustainability. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA, 9-13/03/98, Rio de Janeiro, RJ. Resumos... Rio de Janeiro: INT/EMBRAPA-SOLOS/European Union, 1998d. p.61.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C. Limestone and fertilizer use knowledge and control to sustainable manage of intensive bovine production systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA, 9-13/03/98, Rio de Janeiro, RJ. Resumos... Rio de Janeiro: INT/EMBRAPA-SOLOS/European Union, 1998e. p.62.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C.de. Competição intra e interespecifica de forrageiras, em sistemas intensivos de produção de bovinos: cuidados para a sustentabilidade. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **74** (1, jun): 55-68, 1999b.

- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; ARMELIN, M.J.A.; FREITAS, A.R. Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004b. 32p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 37).
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; CAMARGO, A.C.DE; PEDROSO, A.DE F. Necessidade de instrumentação para monitorar nitrato no perfil do solo, em tempo real. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2., São Carlos-SP, 2-4/12/1998. Programa e Resumos... São Carlos: Embrapa-CNPDI, 1998b. (Trabalho n.11).
- PRIMAVESI, O.; ROCHA FILHO, J.; LIMA, R.N. Análise fisiográfica e limnológica da microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 6, São Carlos-SP, 22-25/jul/97. Resumos... São Carlos: UFSCar, 1997a. p.390.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. Fundamentos ecológicos para o manejo efetivo do ambiente rural nos trópicos: educação ambiental e produtividade com qualidade ambiental. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (out) 2003c. 84p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 33).
- RASSINI, J.B., LANCHOTE, V.L., PRIMAVESI, O. Avaliação de resíduos de atrazina e ametrina em amostras de grãos de milho, e validação de método analítico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **73** (1, mar): 59-68, 1998.
- REINHARDT, P.A., LEONARD, K.L., ASHBROOK, P.C., Pollution Prevention and Waste Minimization in Laboratories, CRC Press, 1996, 480 p.
- ROCHA FILHO, J.da; PRIMAVESI, O. Aplicação do SIG-Idrisi para estudo e classificação das áreas de proteção dos recursos naturais na fazenda Canchim (EMBRAPA São Carlos, SP). In: SIMPÓSIO DE USUÁRIOS IDRISI, 2, Campinas-SP, 18-20/ago/97. Resumos... Campinas: UNICAMP/EMBRAPA-CNPTIA, 1997. p.43-45.
- ROQUE, F. O.; ANDRADE, H. T. A.; SONODA, K. C.; CORREIA, L. C. S. **Estudo da entomofauna aquática do córrego do Canchim (Embrapa-Fazenda Canchim, São Carlos-SP)**. São Carlos: UFSCar, 1998, 24p. (Trabalho Disciplina de Ecologia de Insetos Aquáticos, PG-Ecologia e Recursos Naturais).
- SILVA, A. C. **Caracterização de três fisionomias do cerrado na fazenda Canchim, São Carlos, SP**. Univ. Fed. São Carlos, São Carlos-SP, 1994, 112p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)
- SILVA, D. W. da. **Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de cerradão na fazenda Canchim, São Carlos, SP**. Univ.Fed.São Carlos, São Carlos-SP, 1996, 142p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)
- SILVA, F. G. B.; MINOTI, R. T.; PRIMAVESI, O.; ANGELOTTI NETTO, A.; CRESTANA, S. Aplicação preliminar do modelo WEPP para determinação da perda de solo por erosão e parâmetros hidrológicos na bacia do Ribeirão dos Negros – São Carlos - SP. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 25-30/7/2004, Santa Maria - RS. CD-ROM, Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 4p. (Seção Física do Solo)
- SILVA, F. V., SOUZA, G. B., NOGUEIRA, A. R. A., "Use of yeast crude extract (*Saccharomyces Cerevisiae*) for sequential injection determination of carbohydrates", **Anal. Letters**, **34**(8), 1377-1388 2001.
- SILVA, Fernando Vitorino da. Avaliação de procedimentos para preparo de amostras agronômicas visando determinação multielementar por espectrometria de emissão ótica com plasma induzido. 2004. 115 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Ana Rita de Araujo Nogueira.

- SILVA, L.A.da. **Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual no Município de São Carlos, SP.** Univ.Fed.São Carlos, São Carlos-SP, 2001, 108p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)
- SOUZA, G. B.; PICCHI, C. M. C.; SILVA, R. F.; NOGUEIRA, A. R. A. Ensaio de proficiência para laboratórios de nutrição animal. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONTAMINANTES INORGÂNICOS, 9.; SIMPÓSIO SOBRE ESSENCIALIDADE DE ELEMENTOS NA NUTRIÇÃO HUMANA, 4., 2004, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: IPEN: GACI, 2004. p. 146-147.
- SOUZA, G.B., NOGUEIRA, A.R.A., RASSINI, J.B., Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. Embrapa - **Circular Técnica 33**, São Carlos, SP, 2002.
- SPOLON, F.G.; DECHEN, S.F.; PRIMAVESI, O.; VIEIRA, S.R. Agregação dos solos sob diferentes usos e manejos em sistema de produção animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro-RJ, 20-26/jul/97. Anais...Rio de Janeiro: SBCS/EMBRAPA-CNPS, 1997. CD-ROM/Trabalhos/Autor/P/Primavesi 101/2, 4p.
- USDA Chemical Waste Management Training Manual, A user's guide for Beltsville area employees and tenants, US Department of Agriculture, 1998.
- VIEIRA, E.C., NOGUEIRA, A.R.A. Determinação de espécies de fósforo em amostras de cereais e derivados empregando análise por injeção em fluxo. **VIII Workshop de pós-graduação – IQSC, São Carlos, SP, 27-29/11/2002**
- VIEIRA, E.C., NOGUEIRA, A.R.A., Orthophosphate, phytate, and total phosphorus determination in cereals by flow injection analysis, **J. Agric. Food Chem.**, v.52, p.1800-1803, 2004.
- VIEIRA, S.R., BERTOLANI, F.C., PRIMAVESI, O., SÁ, E.V.R.de, SPOLON, F.G., FAVERI NETO, F.de, FOLONI, J.S.S., BRENNECKE, K., SACOMANO, L.G. Alterações na qualidade dos solos de uma microbacia, pelo uso e manejo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 4-8/ago/96, Águas de Lindóia,SP. Resumos expandidos (CD)...Piracicaba: ESALQ-USP/ SLACS/SBCS/CEA/SBM, 1996. Comissão 06/113. 4p.

Anexos

Anexo 1

Identificação dos fatores críticos do processo – Inventário dos pontos geradores de resíduos químicos e propostas de resolução do problema

1. LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL

Tabela 1.1. Análise de proteína bruta (microkjeldahl)

PROTEÍNA BRUTA (17.000 determinações por ano)	
Reagentes	Quantidades*
H ₂ SO ₄	102 L
NaOH	408 L
K ₂ SO ₄	31 kg
CuSO ₄	3,4 kg
H ₃ BO ₃	8,5 kg
Ácido acético	1 L
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduos sólidos: sais de K e Cu; 2. Solução que contenha os próprios reagentes utilizados na análise; 3. Vapores de CO ₂ , CO e SO ₂ .	
Tratamento proposto para descarte	
1: Sólidos – precipitação; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte na rede de esgotos; 3. Coleta de vapores em capela.	

* Valores baseados no ano 2000.

Tabela 1.2. Análise de fibra em detergente neutro (FDN)

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (17.000 análises por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades*</i>
Laurilsulfato de sódio	36 kg
EDTA dissódico	22 kg
Borato de sódio heptaidratado	8 kg
Fosfato ácido de sódio	5 kg
2-Metoxietanol	12 L
Sulfito de sódio	12 kg
Decaidronaftaleno	17 L
Acetona	340 L
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: fibra vegetal; 2. Solução que contenha os próprios reagentes utilizados na análise.	
<i>Tratamento proposto para descarte</i>	
1.Sólidos: calcinação das fibras; 2. Solução neutra, verificar pH para posterior descarte na rede de esgotos; recuperação da acetona por meio de destilação.	

* Valores baseados no ano de 2000.

Tabela 1.3. Análise de fibra em detergente ácido (FDA)

FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (17.000 análises por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades*</i>
H ₂ SO ₄	32 L
Brometo de hexadeciltrimetilamônio	24 kg
Acetona	340 L
<i>Típos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: fibra vegetal; 2. Solução que contenha os próprios reagentes utilizados na análise.	
<i>Tratamento proposto para descarte</i>	
1. Sólidos: calcinação das fibras; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte na rede de esgotos; recuperação da acetona por meio de destilação.	

*Valores baseados no ano de 2000.

Tabela 1.4. Análise de nitrato

NITRATO (100 análises por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades</i>
KCl	224 g
Liga de Devarda	40 g
MgO	40 g
H ₃ BO ₃	50 g
<i>Típos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: Cu, Zn, Al, MgO; 2. Solução que contenha KCl.	
<i>Tratamento proposto para descarte</i>	
1. Sólidos: precipitação de metais na forma de sais (silicatos); 2. descarte na rede de esgotos.	

Tabela 1.5. Análise de digestibilidade "in vitro".

DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" (17.000 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
NaHCO ₃	20 kg
Fosfato ácido de sódio	8 kg
KCl	1,2 kg
Mg ₂ SO ₄	245 g
CaCl	27 g
HCl	41 L
Pepsina	14 kg
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra vegetal não digerida; 2. Solução que contenha os reagentes utilizados na análise; 3. Gases ou odores produzidos pela fermentação da amostra.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: calcinação do tecido vegetal; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte na rede de esgotos; 3. Coleta de gases em sistema de captação.	

Tabela 1.6. Decomposição de amostras para análise de macronutrientes e micronutrientes.

DIGESTÃO NÍTRO-PERCLÓRICA (17.000 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
Ácido perclórico a 72%	68 L
Ácido nítrico a 65%	136 L
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: Sais precipitados das amostras; 2. Solução ácida; 3. Gases produzidos pela decomposição da amostra.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Incineração; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte na rede de esgotos; 3. Coleta de gases em capela com sistema de lavagem.	

Tabela 1.7. Análise de macronutrientes e micronutrientes.

DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (Ca, Mg, P, K e S) E MICRONUTRIENTES (Cu, Zn, Mn e Fe) (17.000 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
Ácido perclórico a 72%	8 L
Óxido de lantânio	200 g
Molibdato de amônio	3 kg
Metavanadato de amônio	170 g
Ácido nítrico a 65%	19 L
Cloreto de bário	34 kg
HCl	8,5 L
K ₂ SO ₄	170 g
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: BaSO ₄ e resíduos de molibdato e metavanadato de amônio; 2. Solução ácida; 3. Vapores gerados no espectrofotômetro de absorção atômica e em fotômetro de chama.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: segregação e encaminhamento para incineração; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte na rede de esgotos.	

Tabela 1.8. Análise de extrato etéreo.

EXTRATO ETÉREO (100 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
Éter etílico	15 L
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra vegetal; 2. Éter etílico; 3. Vapores de éter etílico.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Calcinação; 2. Recuperação de éter em sistema de destilação; 3. Vapores coletados em capela com filtro.	

Tabela 1.9. Análise de taninos.

TANINOS (1.446 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
Ácido tânico	145 g
Ácido o-fosfórico	145 mL
Ácido fosfomolibdico	46 g
Tungstato de sódio	230 g
Hidróxido de sódio	72 g
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra vegetal; 2. Solução que contém os reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Calcinação; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte em rede de esgotos.	

Tabela 1.10. Análise de nitrogênio amoniacal.

NITROGÊNIO AMONIACAL EM SILAGEM (150 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
MgO	75 g
Na ₂ SO ₄	6 g
H ₃ BO ₃	75 g
H ₂ SO ₄	1,5 L
A) Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra vegetal e MgO; 2. Solução que contém os reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Calcinação; 2. Neutralização da solução ácida para posterior descarte em rede de esgotos.	

Tabela 1.11. Análise de gordura em leite.

GORDURA EM LEITE (1.320 análises por ano)	
Reagentes	Quantidades
H ₂ SO ₄	12 L
Álcool isoamílico	1,3 L
Álcool etílico	13,2 L
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo 1. Solução que contém os reagentes utilizados na análise e resíduos de leite; 2. Vapores de álcool isoamílico.	
Tratamento proposto para descarte	
1. 1. Neutralização da solução ácida para posterior descarte em rede de esgotos; 2. Vapores recolhidos em capela com sistema de filtros.	

2. LABORATÓRIO DE SOLOS

Tabela 2.1. Análise de matéria orgânica.

MATÉRIA ORGÂNICA (2.500 amostras por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades</i>
Dicromato de sódio	7 kg
H ₂ SO ₄	9,6 L
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: amostra de solos e Cr (III); 2. Solução sulfocrômica.	
<i>Tratamento proposto para descarte</i>	
1. Sólidos: incineração; 2. Redução do Cr (VI) para Cr (III) para posterior incineração.	

Pretende-se substituir essa análise para evitar o uso da solução sulfocrômica. Esforços para implantar procedimento gravimétrico já estão sendo tomados.

Tabela 2.2. Análise de potencial hidrogeniônico (pH).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (2.500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
CaCl ₂	2 kg
Cromato de potássio	103 g
Acetato de cálcio	69 g
Trietanolamina	103 mL
4-nitrofenol	69 g
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra de solos; 2. Solução dos reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: incineração; 2. Precipitação de sais para incineração; neutralização.	

Tabela 2.3. Análise de alumínio.

ANÁLISE DE ALUMÍNIO (500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
NaOH	34 g
Biftalato de potássio	34 g
KCl	26 kg
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra de solos; 2. Solução dos reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: incineração; 2. Precipitação de sais para incineração; neutralização.	

Tabela 2.4.Extração por troca iônica para análise de P, K, Ca e Mg.

EXTRAÇÃO PARA ANÁLISE DE P, K, Ca e Mg (2.500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
NH ₄ Cl	16 kg
NaHCO ₃	3,6 kg
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostra de solos; 2. Solução dos reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: incineração; 2. Precipitação de sais para incineração; neutralização.	

Tabela 2.5. Determinação de fósforo e potássio extraídos por troca iônica.

DETERMINAÇÃO de P e K (2.500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Ácido clorídrico	10 L
Fosfato monobásico de potássio	34,3 g
Molibdato de amônio	68,6 g
Subcarbonato de bismuto	7 g
H ₂ SO ₄	858 mL
Ácido ascórbico	7 g
KCl	34,3 g
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo: Solução dos reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Precipitação de sais para incineração; neutralização.	

O consumo de reagentes dessas análises foi minimizado com a implantação de procedimentos em fluxo.

Tabela 2.6. Determinação de Ca e Mg.

DETERMINAÇÃO DE Ca e Mg (2.500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Óxido de lantânio	40 g
Tipos de resíduos identificados	
1. Solução dos reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Precipitação de sais para incineração; neutralização.	

Tabela 2.7. Análise granulométrica.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (50 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Hexametáfosfato de sódio	12,5 g
NaOH	5 g
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostras de solos.	
Tratamento proposto para descarte	
1.Sólidos: autoclavagem	

Tabela 2.8. Análise de enxofre.

ANÁLISE DE S (S-SO4) (50 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Fosfato de cálcio diidratado	6,3 g
Cloreto de bário diidratado	100 g
Sulfato de potássio	0,5 g
Ácido clorídrico	5 mL
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostras de solos.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: segregação e autoclavagem.	

Tabela 2.9. Análise de micronutrientes.

ANÁLISE de Cu, Zn, Mn e Fe (50 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
DTPA	5 g
Trietanolamina	38 mL
Cloreto de cálcio diidratado	4 g
Ácido clorídrico	0,5 mL
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: amostras de solo.	
Tratamento proposto para descarte	
1.Sólidos: autoclavagem	

Tabela 2.10. Análise de boro.

ANÁLISE DE B (50 amostras por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades</i>
Cloreto de cálcio diidratado	2 g
Acetato de amônio	25 g
EDTA dissódico	1,5 g
Azometina H	0,9 g
Ácido ascórbico – L	2 g
H ₃ BO ₃	0,5 g
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: amostras de solo.	
<i>Tratamento proposto para descarte</i>	
1. Sólidos: autoclavagem; Azometina – foto-Fenton	

3. LABORATÓRIO DE BIOTECNOLOGIA

Tabela 3.1. Extração de DNA a partir de sangue.

Extração de DNA a partir de sangue (700 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Solução de Tris-HCl, pH 7,6, 10 mM, MgCl ₂ 5 mM, NaCl 10 mM	17,5 L
Solução composta por etanol a 50%, Tris-HCl 5 mM, NaCl 500 mM, EDTA 5 mM, SDS a 0,25% e 20 µg de proteinase K.	1,05 L
Observações	
Resíduos contaminados com sangue.	
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido por ano: 700 tubos de vidro, 700 agulhas para coleta, 1400 ponteiras para micropipetador, 2800 tubos para microcentrifuga e 2100 pares de luvas de látex;	
2. Resíduo solúvel por ano: Solução que contém os próprios reagentes utilizados na análise.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Incineração; 2. Solúveis: Esterilização das soluções contaminadas com sangue (calor úmido) e descarte.	

Tabela 3.2. Extração de DNA a partir de sêmen.

Extração de DNA a partir de sêmen (100 amostras por ano)	
<i>Reagentes</i>	<i>Quantidades</i>
Solução de Tris-HCl, pH 7,6, 10 mM, MgCl ₂ 5 mM, NaCl 10 mM	400 mL
Solução de 2-mercaptoetanol a 2%, Tris-HCl 10 mM, NaCl 100 mM, EDTA 10 mM, SDS a 0,5% e 100 µg de proteinase K.	50 mL
Observações	
Resíduos contaminados com sêmen.	
<i>Tipos de resíduos identificados</i>	
1. Resíduo sólido: 100 palhetas, 200 ponteiros para micropipetador, 400 tubos para microcentrífuga e 300 pares de luvas de látex; 2. Resíduo solúvel por amostra: Os resíduos correspondem às soluções descritas em reagentes, pois são utilizadas em lavagens da amostra.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Incineração. 2. Solúveis: Esterilização das soluções contaminadas com sangue (calor úmido) e descarte após neutralização, quando necessária.	

Tabela 3.3. Reação em cadeia da polimerase.

Reação em cadeia da polimerase (300 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Solução Tris-HCl, pH7,6, 10mM, MgCl ₂ 5 mM ,NaCl 10 mM	1,2 L
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido: 7500 microtubos, 9600 ponteiras para micropipetador e 25 pares de luvas de látex.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Descarte em lixo comum ou reciclagem.	

Tabela 3.4. Digestão com endonuclease de restrição.

Digestão com endonuclease de restrição (1.500 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Solução de Tris-HCl, pH 7,6, 10 mM, MgCl ₂ 5 mM, NaCl 10 mM	400 mL
Solução de 2-mercaptoetanol a 2%, Tris-HCl 10 mM, NaCl 100 mM, EDTA 10 mM, SDS a 0,5% e 100 µg de proteínase K.	50 mL
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduos sólidos: 63 pares de luva de látex, 3.000 ponteiras e 1.500 microtubos.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Descarte em lixo comum ou reciclagem.	

Tabela 3.5. Eletroforese em gel de agarose.

Eletroforese em gel de agarose (170 géis por ano)	
Reagentes	Quantidades
Agarose (1% a 3 %) em Tris 89 mM, ácido bórico 89 mM, EDTA 2 mM e brometo de etídio a 0,4 µg/ml. Azul de bromofenol e xileno cianol.	5,6 L
Tampão TBE (Tris 89 mM, ácido bórico 89 mM, EDTA 2 mM); brometo de etídio em concentrações desconhecidas.	10,5 L
Observações	
Como procedimento preventivo, os resíduos sólidos e os géis de agarose têm sido armazenados em recipientes específicos para esse fim. O tampão é utilizado por duas a três vezes, minimizando o volume de descarte.	
Tipos de resíduos identificados	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resíduos sólidos: Um par de luvas de látex por procedimento (16 amostras) e uma ponteira por amostra. Esses descartáveis são potencialmente contaminados com brometo de etídio, principalmente as luvas utilizadas para manipular o gel de agarose; 2. Resíduos líquidos: Tampão TBE contaminado com quantidades desconhecidas de brometo de etídio 	
Tratamento proposto para descarte	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sólidos: Incineração; 2. Líquidos: Concentração por filtragem em carvão ativado. 	

Tabela 3.6. Eletroforese em gel de poliacrilamida.

Eletroforese em gel de poliacrilamida (170 géis por ano)	
Reagentes	Quantidades
Poliacrilamida (5% a 10%) em Tris 89 mM, ácido bórico 89 mM, EDTA 2 mM, com 40,34 µl de TEMED e 403,4 µl de persulfato de amônia a 10%.	11,9 L
Tampão TBE (Tris 89 mM, ácido bórico 89 mM, EDTA 2 mM)	18,6 L
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduos químicos: A solução de acrilamida, em estado não polimerizado, ou seja, o composto com 29 partes de acrilamida e 1 parte de N,N'-metileno-bis-acrilamida, é extremamente tóxica. Uma vez polimerizada, não constitui risco;	
2. Resíduos sólidos: 340 pares de luvas de látex e aproximadamente 6.800 ponteiros.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Químicos: Descarte;	
2. Sólidos: Descarte e possível reciclagem.	

Tabela 3.7. Coloração por impregnação com prata.

Coloração por impregnação com prata	
Reagentes	Quantidades
Solução aquosa com 10% de etanol e 10% de ácido acético	255 L
Ácido nítrico a 1 %	255 L
Solução de nitrato de prata a 0,1% e formaldeído a 0,05 %	255 L
Solução de carbonato de sódio a 7,4% em presença de formaldeído a 0,05%.	255 L
Observações	
Como medida de controle da poluição, o resíduo da reação de impregnação é colocado em recipientes para decantar por uma semana, depois é filtrado. Até o momento não se determinou um destino para esse resíduo de metal.	
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo líquido: Soluções de coloração descritas acima; 2. Resíduo sólido: Prata metálica.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Líquidos: Neutralização e descarte; 2. Sólidos: Identificação de possível uso para o resíduo de prata metálica; 3. Redução do volume por alteração de método (adoção de seqüenciador automático).	

Tabela 3.8. Extração de DNA de tecidos vegetais.

Extração de DNA de tecidos vegetais (50 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Solução de clorofórmio – álcool isoamílico (24:1 v/v),	100 mL
Solução aquosa de brometo de cetil-trimetil-amônia (CTAB) a 10% e 1,4 M NaCl.	50 mL
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo químico: solução de clorofórmio – álcool isoamílico (24:1 v/v), solução aquosa de brometo de cetil-trimetil-amônia (CTAB) a 10% e 1,4 M NaCl;	
2. Resíduo sólido: 250 microtubos e 250 ponteiras.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Solventes orgânicos: Manipulação em capelas com filtros adequados. O destino dos resíduos líquidos será estudado.	
2. Sólidos: Descarte em lixo comum ou reciclagem.	

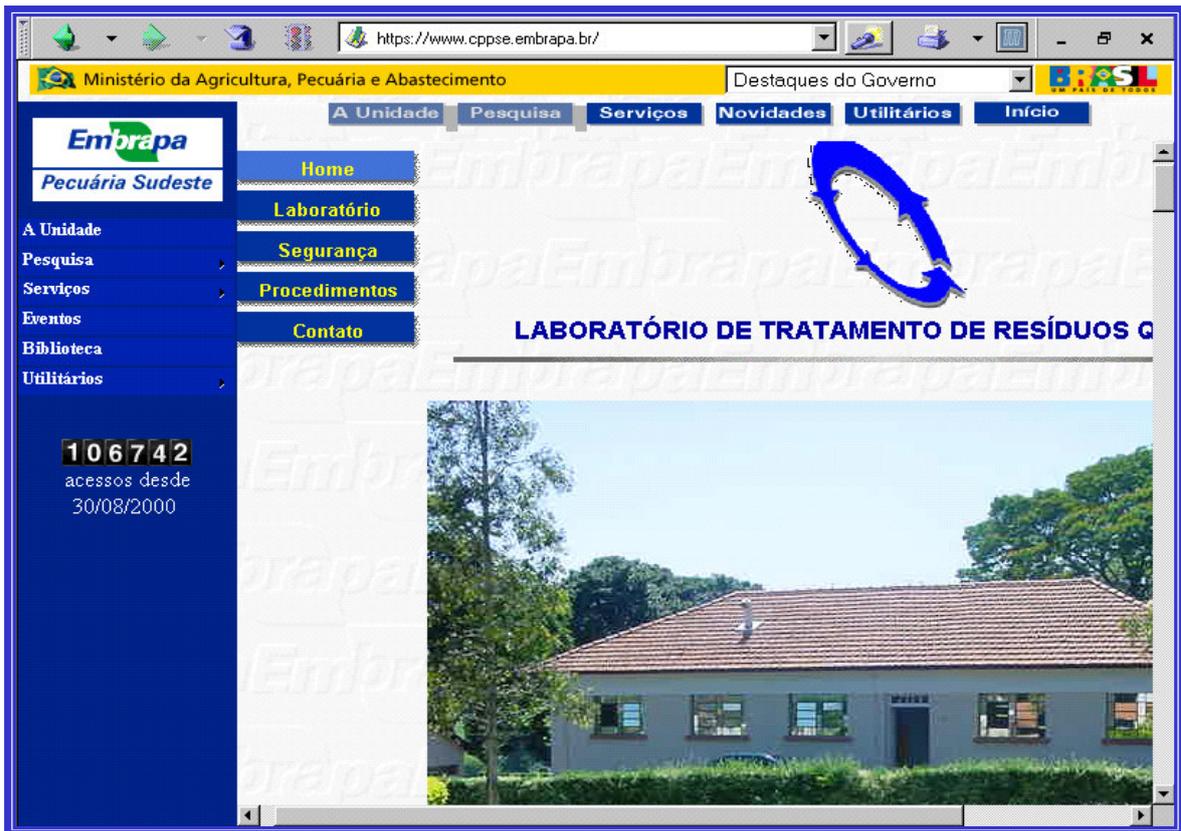
4. LABORATÓRIO DE SANIDADE ANIMAL

Tabela 4.1. Exame de brucelose por soroaglutinação.

Exame de brucelose por soroaglutinação (2.800 amostras por ano)	
Reagentes	Quantidades
Antígeno para diagnóstico da brucelose (Brucella abortus, inativada)	252 mL
Observações	
Resíduos contaminados com sangue.	
Tipos de resíduos identificados	
1. Resíduo sólido por ano: Coágulo de sangue, 2800 tubos de vidro, 2.800 agulhas para coleta, 2.800 ponteiras para micropipetador, 50 pares de luva de látex; 2. Resíduo solúvel: plasma, plasma com antígeno.	
Tratamento proposto para descarte	
1. Sólidos: Incineração; 2. Solúveis: Esterilização das soluções contaminadas com sangue (calor úmido) e descarte.	

O Laboratório de Sanidade Animal recebe materiais biológicos, para procedimentos e armazenamento, estoque de vacinas e antígenos, prepara e descarta o material de coleta (seringas, agulhas, tubos, material cirúrgico).

**Anexo 2 – Página na *internet*
e ganhos na minimização de resíduos – 2004**



IDENTIFICAÇÃO E ARMAZENAMENTO

A identificação e a rotulagem das bombonas de resíduos e das soluções preparadas no laboratório seguirá o processo denominado “Diagrama de Hommel” ou “Diamante do Perigo”, cuja classificação é de acordo com seu **grau de risco à saúde**, sua **inflamabilidade** e sua **reatividade**.

Para o armazenamento do resíduo produzido em cada laboratório, ele deve ser estocado em ambiente arejado, com pouca iluminação e distante de fontes de eletricidade para evitar explosões, caso haja a formação de vapores. **Os resíduos devem ser estocados levando-se em consideração sua incompatibilidade química.**

Os resíduos são de inteira responsabilidade da fonte geradora, mesmo depois de terem sido tratados e armazenados no **Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos**.

É necessário o desenvolvimento de consciência ética com relação ao uso e ao descarte de produtos, visando sempre à prevenção da poluição e à redução, ao reaproveitamento e à recuperação dos materiais, levando-se em consideração o ambiente.

Deve ser lembrado que o principal objetivo é atingir os 3 Rs: **reduzir, reutilizar e recuperar os resíduos**.

Modelo de planilha de entrada de reagentes no Laboratório de Tratamento de Resíduos Químicos.

Data entrada	Resíduo	Qtde. (L)	Proveniência	Data do tratamento
05/04/04	Análise de fósforo	9	Solos	13/04/04
05/04/04	Análise de gordura de leite	4	Nutrição	13/04/04
05/04/04	Análise de PB	45	Nutrição	20/04/04
05/04/04	Digestão com HClO ₄	5	Nutrição	13/04/04
20/04/04	Análise de PB	45	Nutrição	29/04/04
20/04/04	Análise de FDA	10	Nutrição	29/04/04
20/04/04	Digestão com HClO ₄	10	Nutrição	29/04/04
20/04/04	Azometina (análise de boro)	10	Nutrição	Armazenado
20/04/04	Análise de fósforo	5	Nutrição	29/04/04
27/04/04	Banho ácido a 10%	20	Preparo de Amostras	29/04/04
27/04/04	Solução de metais	15	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	Ácidos + metais + querosene	10	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	Metais (ICP)	5	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	HNO ₃	9	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	Raiz + KOH + KNO ₃	1	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	Ácido fluorídrico	0,3	Preparo de Amostras	07/05/04
27/04/04	DTPA (micros)	1,5	Solos	Armazenado
	TOTAL (L)	204,8		

LABORATÓRIO	VOLUME DE RESÍDUOS – Litros/mês
Nutrição Animal	235
Solos	85
Biotecnologia Animal	35
Volume total: 355 litros/mês	

Tabela 01 – Volume de Resíduos Químicos produzidos em outubro de 2002.

Volume atual - 200 litros por mês e diminuição de 44% do volume produzido

Alternativas que minimizem o uso de reagentes e conseqüentemente o volume de resíduos gerados e a redução dos custos

Anexo 3

Exemplos de protocolos de tratamento



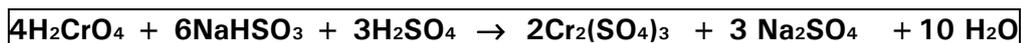
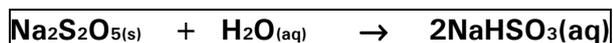
PROTOCOLO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Responsável: _____ Laboratório: _____
 Setor: _____ Departamento: _____
 Telefone: _____ Ramal: _____ Identificação do frasco: _____
 Data de Entrada: _____ Tratamento: _____ Estocagem: _____
 Armário Estocagem: _____ Número do frasco: _____

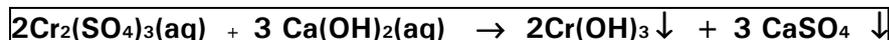
Resíduo proveniente de determinação de matéria orgânica no solo.

Características gerais do resíduo: O resíduo contém íons de cromo normalmente em estado hexavalente (VI) (sulfocromica). Nesse estado de oxidação, o cromo apresenta características tóxicas.

Procedimento experimental para o tratamento: Para redução do cromo hexavalente para trivalente utiliza-se o metabissulfito de sódio em meio ácido:



Após esse procedimento, faz-se a precipitação com álcali (hidróxido de cálcio ou de sódio):



Logo após a precipitação, a solução é neutralizada e a concentração de cromo restante é quantificada (espectrometria de emissão óptica ou absorção atômica - ICP OES ou FAAS). Dependendo dos teores encontrados, o precipitado pode ser descartado. O hidróxido de cromo precipitado é calcinado, transformando-se em óxido, podendo ser reutilizado (p.ex., como marcador de dieta em estudos de nutrição animal) ou encaminhado para incineração.

Protocolo de tratamento - Cromo VI

Tratamento de resíduos que contém Cr (VI)

Resíduo proveniente da determinação de matéria orgânica no solo. Para redução, é empregado metabissulfito de sódio em quantidade suficiente para reduzi-lo a Cr (III). A eficiência dessa redução é acompanhada com o reagente difenilcarbazida, que reage com Cr (VI), formando composto colorido. Em seguida é adicionado NaOH (escamas), sendo o pH elevado a 12; o precipitado é filtrado, a solução residuária é neutralizada com ácido sulfúrico a pH 7, sendo o precipitado seco e calcinado em mufla a 400°C por um período de 4 h.

Resíduo de tampão SMP:

Resíduo proveniente das análises do Laboratório de Solos (determinação de H + Al em solos).

O precipitado de $\text{Cr}(\text{OH})_3$ deve ser filtrado, seco e calcinado e a solução residuária neutralizada com ácido clorídrico ou sulfúrico até pH 7 e posteriormente descartada. Observação: antes do descarte, é importante verificar por meio do teste qualitativo com difenilcarbazida a presença de Cr (VI) na solução; ou quantificar o cromo por espectrometria de absorção atômica e descartar se o valor for inferior a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de Cr.

A difenilcarbazida produz cor violeta solúvel, quando em solução de ácido mineral diluído e cromo.

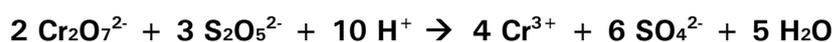
Durante a reação, o cromato, no qual o cromo está com estado de oxidação +6, é reduzido a Cr^{2+} , formando a difenilcarbazona, que confere a cor característica do teste.

A 100 mL do resíduo de SMP, com pH inicial de 6,25 e coloração amarelada, é adicionado 0,1 mg de metabissulfito de sódio, para redução do Cr (VI) presente, devendo ser observada a coloração, esverdeada, característica de Cr (III). Adiciona-se solução a 1% (m/v) de difenilcarbazida, até não ser observada coloração (Fig. 1).



Figura 1. Testes para verificação da eficiência da redução de Cr (VI). Da esquerda para a direita, frascos 1, 3 e 5, coloração violeta, soluções que contêm resíduos de Cr (VI); frascos 2 e 6, coloração verde, Cr (III); frasco 4, solução acidificada; e frasco 7, branco.

A seguir, eleva-se o pH para 12,00 com solução a 30% (m/v) de NaOH (em escamas), resultando na precipitação do Cr(OH)_3 , que deve ser filtrado. A solução restante é neutralizada com HCl comercial (ácido muriático), até pH 7,00. A possibilidade de presença de cromo nessa solução deve ser verificada (espectrofotômetro de absorção atômica). Somente se esse resultado for inferior a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de cromo é que a solução pode ser descartada. Teores acima deste limite exigem nova etapa de precipitação com NaOH. O Cr(OH)_3 precipitado é calcinado, transformando-se em óxido, podendo ser reutilizado (p.ex., como marcador de dieta em estudos de nutrição animal) ou encaminhado para incineração.



Resíduo de matéria orgânica

Resíduo de Cr (VI) proveniente da determinação de matéria orgânica em solos.

Adiciona-se 10 mL de solução a 30% (m/v) de metabissulfito de sódio diretamente no frasco resultante da determinação, seguindo-se o mesmo procedimento descrito no item anterior.

Destinação final dos resíduos

Após as análises efetuadas com a definição do protocolo, a maioria dos resíduos passa por um processo de neutralização e é descartada na pia por não conter substância que cause impacto ambiental.

No caso da recuperação de metais, em seguida ao tratamento definido pelos protocolos, os sólidos devem ser calcinados e transformados em óxidos, que podem ser reutilizados em outras análises. O sobrenadante é neutralizado e quantificado, antes do descarte final. As concentrações desses metais devem estar dentro das especificações do CONAMA número 347, de 18 de junho de 2005.



PROTOCOLO DE TRATAMENTO - BROMETO DE ETÍDIO

Responsável: _____ Laboratório: _____
Setor: _____ Departamento: _____
Telefone: _____ Ramal: _____ Identificação do frasco: _____
Data de Entrada: _____ Tratamento: _____ Estocagem: _____
Armário Estocagem: _____ Número do frasco: _____

Resíduo proveniente – Laboratório de Biotecnologia.

Características gerais do resíduo: O brometo de etídio é um fluorocromo utilizado em laboratórios de biotecnologia para visualização de ácidos nucleicos. Complexos fluorescentes são formados por intercalação. Esses complexos são facilmente visíveis após irradiação com luz ultravioleta. É fortemente mutagênico e considerado carcinogênico e tóxico ao sistema reprodutivo.

Procedimentos gerais para o tratamento

Quando em meio aquoso ou em solução tampão, o brometo de etídio pode ser degradado pela reação com soluções de nitrito de sódio e ácido hipofosforoso. Essa solução pode também ser utilizada na descontaminação dos equipamentos contaminados e para a degradação do brometo de etídio em solventes orgânicos.

Outra forma de remoção do brometo de etídio é por adsorção em resina Amberlite XAD-16.

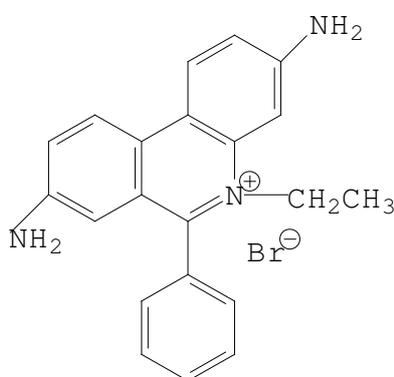
Excesso de brometo de etídio e material de descarte que contenham essa substância devem ser colocados em recipiente apropriado, rotulado claramente, e manuseado de acordo com as instruções de disposição de resíduos.

Em consulta à literatura, observa-se que vários tratamentos são oferecidos para esse resíduo. Dentre os mais citados estão:

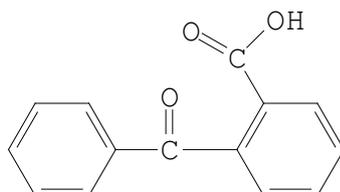
- 1) Tratamento com hipoclorito de sódio;

- 2) Tratamento com carvão ativado;
- 3) Tratamento com ozônio;
- 4) Tratamento com permanganato de potássio;
- 5) Tratamento com ácido hipofosforoso e nitrito de sódio;
- 6) Tratamento por adsorção em resina Amberlite XAD-16.

O tratamento nº 1 é o mais facilmente encontrado, mas não o mais indicado. Segundo a literatura, o produto formado após o tratamento do brometo é mais tóxico do que o produto inicial, tornando o problema mais crítico.



Brometo de etídio



Anidrido benzóico

O tratamento nº 2 e o nº 6 são muito parecidos: ambos são utilizados para que o brometo de etídio fique adsorvido na resina. Mais uma vez o problema é apenas transferido, pois agora a resina contaminada precisa ser encaminhada para incineração.

O tratamento nº 3 é pouco indicado, pois, além de ser trabalhoso (precisa-se borbulhar ar com 300 a 400 ppm de ozônio, 2L/min por aproximadamente 1 h), o ozônio é irritante.

Para o tratamento nº 4 já foi detectado que o resíduo, após o tratamento, ainda apresentava atividade mutagênica.

Assim, o tratamento nº 5 é o mais indicado, uma vez que possibilita a degradação de aproximadamente 99% do composto inicial, além de ser um método fácil para implementação.

Objetivo

Degradação do brometo de etídio, para diminuir assim sua periculosidade.

Procedimento

1- Materiais e Métodos

- Capela de exaustão de gases;
- Proveta de 100 e 500 mL;
- Béquer de 500 e 1000 mL;
- Bastão de vidro;
- Pipetas volumétricas de 10 mL;
- Espátula

2- Soluções e Reagentes

- Solução de ácido hipofosforoso, H_3PO_3 , a 5% (v/v);
- Solução de nitrito de sódio, NaNO_2 , $0,5 \text{ mol L}^{-1}$;
- Bicarbonato de sódio sólido $\text{NaH}(\text{CO}_3)_2$.

3 - Procedimento Experimental

- a) Preencher a ficha de identificação do resíduo a ser tratado.
- b) Para cada 100,0 mL da solução de brometo de etídio (obs.: é necessário que a solução de brometo esteja diluída a valores inferiores a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$), adicionar 20 mL de ácido hipofosforoso e 12 mL de solução $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de nitrito de sódio.
- c) Homogeneizar bem e deixar em repouso por 24 h (a mistura reacional deve apresentar $\text{pH} = 3$ ou inferior, caso não esteja, utilize um tampão) .
- d) Após esse período, neutralizar a solução com bicarbonato de sódio. Deve-se tomar cuidado com o desprendimento de gases perigosos.

Observações

Manipule os resíduos e as vidrarias utilizadas munido com EPIs. O tratamento deve ser realizado o tempo todo dentro da capela e com óculos de segurança. Em caso de contato com a pele, lave-a imediatamente com sabão e água e remova a roupa contaminada. Em caso de contato com os olhos, lave imediatamente com quantidade abundante de água por aproximadamente 15 min.

Referências Bibliográficas

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, *Less is Better: Laboratory Chemical Management for Waste Reduction*. 1993. 27 p.

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

KOMAREK, R. J. ; Kelley, C. L. **Precision of fat analysis of plant products V\4th the ANKOM Fat Analyzer**. New York: Ankom Technology, 2002. Research Report 2.

LUNN, G.; SANSONE, E. **Destruction of hazardous chemicals in the laboratory**. 2.ed. , New York: Wiley Interscience Publication, 1994, p.183-189.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Committee on Prudent Practices for Handling, Storage and Disposals of Chemicals in Laboratories**. Washington: National Academic Press, 2000. 427 p.

VOGEL, A. I. **Química analítica quantitativa**. [Trad. por Antonio Gimeno da]. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. p. 285-288.

USDA Chemical Waste Management Training Manual: A user's guide for Beltsville area employees and tenants. Beltsville:US Department of Agriculture, 1998.

< www.cppse.embrapa > .

www.iq.ufrgs.br/ensequi/trabalhos

www.gca.ibilce.unesp.br/prevenção/protocolo.html

www.aptwater.com/assets/tech_papers/Paper-Disinfection.pdf

www.ehs.washington.edu/updates/TipsEthidium.html

www.jcu.edu.au/school/bms/biosafecty/ethidium.shtml

www.safety.duke.edu/EnvPrograms/docs/EtBrProtocol.pdf

www.man.ac.uk/polices/73D1c.htm