



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA

# Reciclagem Agrícola de Lodos de Esgoto no Brasil: o caso da Cidade de Curitiba.

*Prof. Luiz A.C. Lucchesi, Ph.D., M.S., Engenheiro Agrônomo*  
[lucche@ufpr.br](mailto:lucche@ufpr.br)

*Assessor técnico-científico do Ministério Público do Estado do Paraná  
CAOPPMA – Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Proteção do Meio Ambiente  
Designado pela UFPR Processo 019383/2006-15*

**Aspectos da reciclagem agrícola de parcela do lodo de esgoto produzido em Curitiba, Paraná a partir do seu tratamento por processos que geraram lodo “Classe A” e “Classe B” assim classificados sob a ótica da norma USEPA CFR 40 part 503.**

*Apresentada ao CONAMA*

Curitiba PR – Maio/ 2006

# 1. O Problema

A medida que se investe em saneamento básico melhora-se a qualidade das águas.

Uma das conseqüências do tratamento de esgotos é a geração de lodos que necessitam de adequada destinação.

Este é o caso da Bacia do Alto Rio Iguaçu na Região de Curitiba, Paraná e de tantas outras no Brasil.

A reciclagem agrícola de lodos de esgoto é uma alternativa econômica, ambiental e socialmente adequada para sua destinação.



Figura 4. Curitiba é conhecida no Brasil por várias de suas qualidades. Há muito o que se fazer para a minimização de seus contrastes.



Figura 5. Graves problemas de Curitiba são o seu rápido crescimento, muitas vezes desordenado exemplificado pela geração de esgotos e seus lodos em áreas de invasão (Vila Audi).



Figura 6. A Companhia de Saneamento do Paraná tem investido na coleta e tratamento de esgotos. A consequência é a limpeza das águas e geração de enormes e crescentes quantidades de lodos de esgoto.



Figura 8. Já há mais de três décadas lagoas de lodos de esgoto foram construídas pela Sanepar na ETE Belém às Margens do Alto Rio Iguaçú. A reciclagem agrícola é um ótimo destino para o seu esgotamento.



Figura 9. Atualmente as lagoas continuam a receber lodos de esgoto?



Figura 10. A capacidade das lagoas de lodo é limitada e sua saturação é iminente, requerendo-se que tais resíduos tenham outro destino. A reciclagem agrícola é atualmente a melhor opção.



Figura 11. Necessita-se investir na manutenção das barragens de terra para se permitir a contenção dos lodos de esgoto nas lagoas.



Figura 12. Extravasamentos para as águas do Rio Iguaçu têm ocorrido.



Figura 14. Investimentos em reciclagem agrícola prestigiam o a aptidão do Paraná. Lodo tratado, convertido em produto e fertilizando o solo é sinônimo de águas mais limpas para a população.

## 2. Histórico da reciclagem de lodos de esgoto no Paraná

Lodos de esgoto são resíduos que, se adequadamente tratados, podem ser convertidos em produto capaz de trazer amplos benefícios aos solos agrícolas.

Se não totalmente desinfetados, os lodos de esgoto, conhecidos como “*Lodos Classe B*” requerem controle rígido de seu destino e áreas dedicadas para tal fim.

A biossegurança e a rastreabilidade que seguramente garantem à importadores e ao mercado interno a qualidade dos produtos agrícolas só é alcançada com “Lodos Classe A”.

Questão importante para o Paraná:  
Reciclagem agrícola  
**preferencialmente com “Lodos Classe A”.**



Foto 15. A Sanepar contratou empresa em 1999 (Tomada de Preços 281/1999) que se utilizou da simples adição de cal a lodos desaguados para o seu tratamento gerando “Lodos Classe B”. ETE Belém/ Curitiba PR. Novembro/2001.



Foto 16. Lodos caleados “Classe B” apresentavam alto grau de umidade, eram semi-fluidos, não permitiam seu armazenamento em pilhas com altura maior que 0,8 m. A amostragem representativa de tal resíduo era difícil. Sanepar, ETE Belém, Curitiba. Janeiro/2003.



Foto 17. O lodo caleado “Classe B” produzido até o início de 2003 continuamente atraía vetores e exalava odores. O chorume produzido era um problema adicional a ser resolvido. Sanepar, ETE Belém, Curitiba. Janeiro/2003.

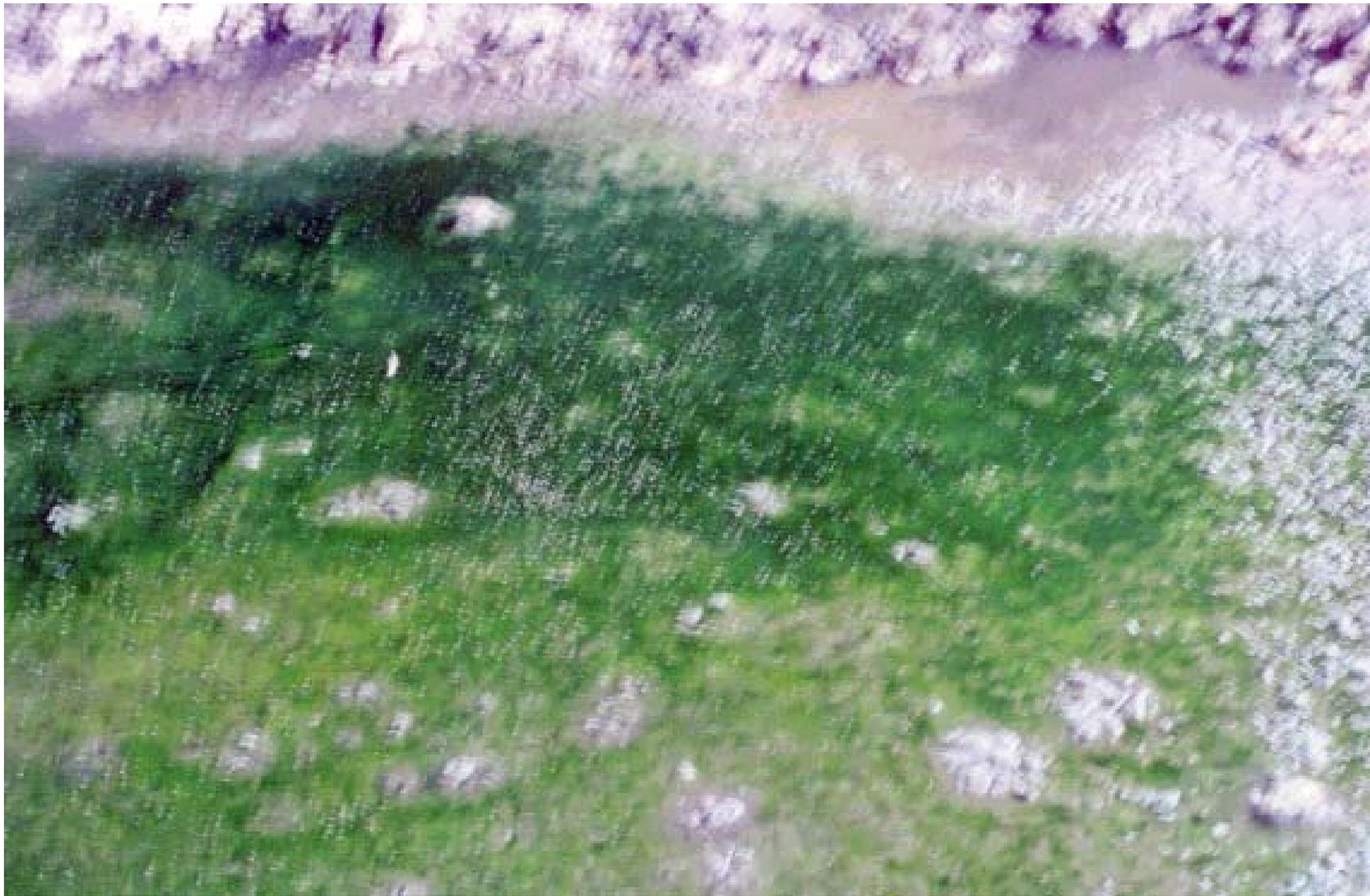


Foto 18. Mesmo debaixo de barracão coberto os “Lodos Classe B” continuavam a atrair vetores de doenças (moscas e outros). Sanepar, ETE Belém, Curitiba. Janeiro/2003.



Foto 19. As propriedades físicas, químicas e biológicas de “Lodos Classe B” exigiam cuidados especiais no seu transporte até as áreas de aplicação a fim de que se minimizasse problemas de contaminação no trajeto. Sanepar, ETE Belém, Curitiba. Novembro, 2001.



Foto 20. Há poucas áreas sem restrições à aplicação de “Lodos Classe B” num raio de 20 km de Curitiba. Seu transporte para distâncias maiores é problemático Infraero/ Aeroporto Afonso Pena/ S.J.Pinhais PR. Nov/2002.



Foto 21. A armazenagem e manuseio a campo dos “Lodos Classe B” eram difíceis (lodo calcados da Sanepar ETE Belém). Infraero, Novembro / 2002.



Foto 22. Em razão de sua fluidez, a aplicação dos “Lodos Classe B” era efetuada com equipamento especial disponibilizado pela Emater PR, cujo uso era previamente agendado. As condições climáticas eram um complicador adicional. Infraero, Novembro / 2002.



Foto 23. A aplicação de lodo caledado “Classe B” com equipamentos convencionais não flui adequadamente necessitando de penoso auxílio manual.  
Fonte: Sanare/Sanepar, 1996 (n.5 V.5).



Foto 24. Recomenda-se que “Lodos Classe B” sejam aplicados em áreas de acesso restrito. A incapacidade destes em consistentemente eliminar patógenos e parasitos constitui-se em um risco para o Paraná no caso de se optar pela simples caleação de lodos a serem reciclados na agricultura (Infraero. Janeiro /2003).

### **3. Nova licitação para reciclagem de lodos de esgoto em Curitiba**

Reciclagem agrícola de parcela dos lodos de esgoto gerados por 5 Estações de Tratamento (20.700 t) e outros serviços (Tomada de Preços 328/2002).

Com base em trabalhos desenvolvidos pela UFPR propôs-se “Plano de Gerenciamento” de lodos de esgoto sugerindo-se o estabelecimento de uma “Central de Processamento” na ETE-Belém às margens do Rio Iguaçu.

Para a conversão dos lodos em produto (N-Viro Soil/Sanepar-ETE Belém) adotou-se o “Processo N-Viro” o mais econômico processo apto a gerar, na escala necessitada, **“Lodos Classe A”**.

A proposta da foi embasada em conceitos testados por **professor e alunos da UFPR**.



Foto 25. A ETE Belém da Sanepar produz lodos de esgoto aeróbios sendo atualmente a maior de Curitiba. Fonte: Sanepar.



Foto 26. Propôs-se que a estrutura da ETE Belém fosse transformada em *Central de Processamento Sanepar N-Viro Belém* para que então recebesse os lodos gerados pelas demais estações da Sanepar. Janeiro/2003.



Foto 35. Para o tratamento dos lodos de esgoto propôs-se o Processo N-Viro cuja demonstração à Sanepar já havia se dado anteriormente na Sanepar/ETE Belém em Outubro/1994.



Foto 36. A proposta embasou-se em dados gerados em Planta Piloto N-Viro estabelecida em Palmeira PR na Grão Forte Agropecuária onde se tratou experimentalmente lodos da Sanepar. Jan/2002.



Foto 38. Concluiu-se das pesquisas que as desejáveis características do *N-Viro Soil* traria benefícios aos agricultores do Paraná. Ao fundo estrutura da Grão Forte em Palmeira PR. Fevereiro/2002.

## 4. A nova proposta

Propôs-se a conversão de lodos de esgoto em produto de ampla aceitação pelo agricultor paranaense.

Os lodos de esgoto eram higienizados, estabilizados de forma avançada, secos aceleradamente, desodorizados e convertidos em “Lodos Classe A” e de “Excepcional Qualidade” pelo Processo N-Viro.

A conversão era rápida e os níveis de qualidade atingidos atendiam integralmente e de forma consistente a legislação e os padrões estabelecidos pelo Edital (proposta de Instrução Normativa do IAP).

A aceitabilidade do produto final foi integral por agricultores de alto nível de consciência e de adoção de tecnologia.



Figura 39. A adaptação da estrutura da ETE Belém foi necessária para a produção de “Lodos Classe A”. Curitiba PR (Setembro / 2003).



Figura 40. Conversão de lodos orgânicos em produto (N-Viro Soil) se deu na ETE-Belém da Sanepar de forma contínua até 19/Agosto/2004. Curitiba PR. (Jan/ 2004).



Figura 41. Após 12 horas de temperatura e pH elevados ocorria a pasteurização da massa e o material podia ser removido. Curitiba PR. (Janeiro / 2004).



Figura 44. Espaço coberto era um problema na ETE-Belém. Os resultados analíticos levam 40 dias para sua compleição enquanto os lotes acumulavam-se necessitando de armazenagem a céu aberto por longos períodos. Curitiba PR. (Novembro / 2003).



Figura 45. A amostragem dos lotes era constantemente realizada. A efetividade do Processo N-Viro já permitiria o contínuo envio dos lotes ao campo 7 dias após seu processamento em razão da comprovação operacional da redução de patógenos e da atratividade de vetores. No entanto, os laudos eram sempre aguardados. ETE Belém /Jan/04.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA BÁSICA  
LABORATÓRIO DE PARASITOLOGIA MOLECULAR

**CERTIFICADO DE ANÁLISE NO. 1272**

PRODUTO: LODO CALEADO – PILHA 3 – AMOSTRA 11  
PRODUTOR: LUCCHESI **Projesan Engenharia Consultiva**  
SOLICITANTE: LUCCHESI  
ENDEREÇO: **N-Viro Soil/ETE Belém - Sanepar ETE Belém**  
CEP:  
PROTOCOLO DE RECEPÇÃO: 23/10/2003  
Amostra No. 1272

**RESULTADOS**

**PARAMETROS PARASITOLÓGICOS:**

**Pesquisa e estudo de viabilidade de ovos de helmintos:**

HELMINTO	MÉDIA		TOTAL GERAL
	viáveis	inviáveis	
<i>Ascaris sp.</i>	0	0,31	0,31
<i>Trichuris sp.</i>	0	0	0
<i>Toxocara sp.</i>	0	0,04	0,04
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0	0
<i>Taenia sp.</i>	0	0	0
<b>TOTAL</b>	0	0,35	0,35
<b>% viabilidade</b>			<b>0</b>

Número total Ovos de Helmintos = 0,35 ovos de helmintos/grama de matéria seca

Número de ovos viáveis = 0 ovos por grama de matéria seca

Percentual de Viabilidade = 0 %

Metodologia : Thomaz Soccol V., Castro EA., Paulino R.IN; SANEPAR, Manual de métodos para análises Parasitológicas em reciclagem de lodo, Curitiba, 2000, p. 27-41.

O resultado representa a média das análises feitas em triplicatas

Curitiba, 04 de dezembro de 2003.

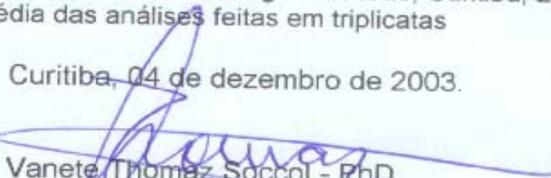
  
Vanete Thomaz Soccol - PhD  
Responsável do Laboratório

Figura 47. As vantagens dos “Lodos Classe A” são muitas. Destas destaca-se a sua desinfecção de patógenos e parasitos de forma consistente. Sanepar ETE Belém. Curitiba PR. (Dezembro / 2003).



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Nº 67834

PRODUTO: LODO DE ESGOTO - AMOSTRA #17 - 10, 11 E 12/2003

FABRICANTE/PRODUTOR: ---X---

SOLICITANTE: Projesan Engenharia Consultiva Ltda.

ENDEREÇO: Avenida Iguaçú, 2947 Água Verde - Curitiba/PR.

PROTOCOLO DE RECEPÇÃO DE AMOSTRA Nº 006 - 06/01/04

AMOSTRA Nº 035/04

RESULTADOS

PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

Arsênico.....	0,19 mg/kg
Cádmio.....	2,31 mg/kg
Chumbo.....	6,15 mg/kg
Cobre.....	14,78 mg/kg
Cromo.....	8,34 mg/kg
Mercurio.....	0,18 mg/kg
Níquel.....	1,95 mg/kg
Zinco.....	65,77 mg/kg

Figura 48. O N-Viro Soil pode ser classificado pela legislação americana como “Lodo de Excepcional Qualidade” em razão dos baixos teores de “metais pesados” que este apresenta. Curitiba PR. (Fevereiro / 2004).

METODOLOGIAS

- teste de Absorção Atômica por Geração de Hidretos
- AOAC - Official methods of analysis of AOAC international. 17.ed. Gaithersburg, 2000
- teste por Absorção Atômica por Geração de Vapor-Frio.
- AOAC - Official methods of analysis of AOAC international. 17.ed. Gaithersburg, 2000.
- teste por Absorção Atômica de chama
- AOAC - Official methods of analysis of AOAC international. 17.ed. Gaithersburg, 2000

Obs.: Resultados expressos em base seca.

Emiliana Borges Tiboni  
CRQ - 09100126

Curitiba, 03 de fevereiro de 2004.

Dr. Arion Zandoná Filho  
CRQ 092 000 67  
Coordenador do Laboratório

Prof. Carlos Rêgo Yamamoto  
Chefe do CEPPA

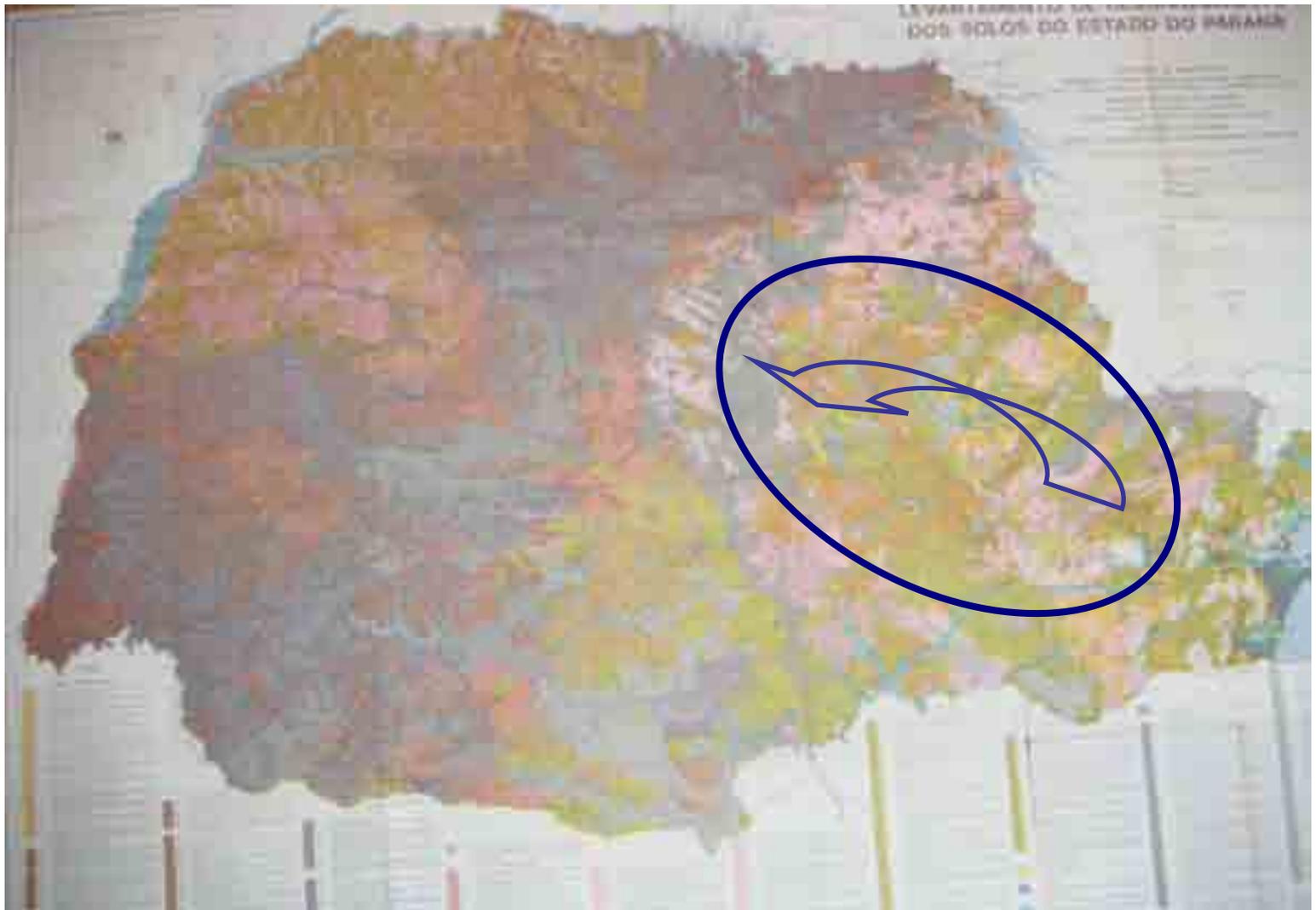


Figura 51. Devido às suas desejáveis propriedades físicas, químicas e biológicas os “Lodos Classe A” agora transformados em produto (N-Viro Soil-Belém) puderam ser transportados de forma econômica a grandes distâncias. O material foi aplicado em vários solos do Paraná dentro da área planejada para ocorrer a reciclagem.



Figura 52. O carregamento do N-Viro Soil para seu transporte até as áreas de reciclagem é rápido. ETE Belém/ Curitiba PR. Outubro / 2003.



Figura 53. Outra vantagem do Processo N-Viro é a facilidade com que seu produto final N-Viro Soil (“Lodo Classe A”) é carregado, descarregado e armazenado nas áreas agrícolas. Fazenda Baronesa. Palmeira PR. Outubro / 03.



Figura 57. A aplicação dos N-Viro Soil torna-se uma operação simples e atrativa a pequenos, médios e grandes produtores, por ser possível com equipamentos convencionais. S.J.Pinhal PR. Janeiro / 2003..



Figura 58. Agricultores e técnicos discutem os benefícios da aplicação superficial de N-Viro Soil em soja. Fazenda Baronesa (Ministério do Exército): arrendatário Reinaldo Garmatter Neto. Supervisão Emater PR. Palmeira PR. Dezembro / 2003.



Figura 59. Resultados visíveis: lodo reciclado, água mais limpa e lavouras mais econômicas e produtivas. Milho em S.J. dos Pinhais PR. Fevereiro /2004.



Figura 60. As vantagens do uso de lodos de esgoto Classe A tem sido muitas. Destaca-se a da solicitação espontânea de novas cargas pelo agricultor, a chave do sucesso nos programas de reciclagem. Propriedade de Carlos M. Júnior. Balsa Nova PR. Abril /2006.



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias  
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Prof. Luiz A.C. Lucchesi, *PhD, MS, Eng. Agrônomo*

[lucche@ufpr.br](mailto:lucche@ufpr.br) - (011 55 41) 3350 5655

Rua dos Funcionários 1540

Curitiba, Paraná - BRASIL



Reciclagem Agrícola de  
Lodos de Esgoto no  
Brasil: o caso da  
Cidade de Curitiba.