



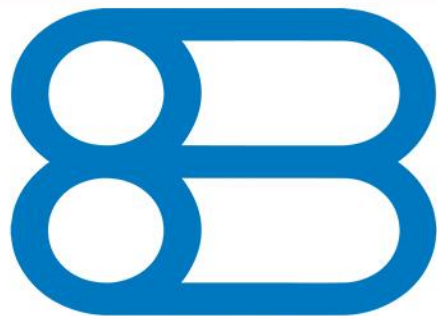
XIII SESMA

Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente

27 A 30 DE **VITÓRIA**
NOVEMBRO 2023

TEMA
GESTÃO SUSTENTÁVEL DO SANEAMENTO

1 DE DEZ - VISITA TÉCNICA



ABES

Seção Espírito Santo



FUNDAGRES
INOVAR



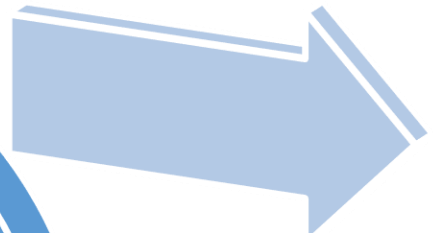
Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

Uso Agrícola do Lodo de ETE e a Economia Circular

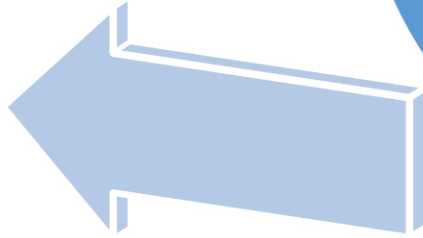
Aureliano Nogueira da Costa

Pesquisador DSc. Solos e Nutrição de Plantas

Economia Circular



A Economia Circular compreende alternativas que, em oposição ao atual modelo linear de economia em que a sociedade está baseada, promove o uso máximo do valor dos recursos, a diminuição da geração de resíduos e o reuso(resíduos) reduzindo o desperdício.



A Pesquisa Científica e a Inovação na Economia Circular

A Ciência, Tecnologia e Inovação aplicadas ao uso dos resíduos obtidos nos processos de tratamento de esgoto, dentro de uma perspectiva circular, consideram indicadores de sustentabilidade que são fundamentais para promover e acelerar a transição para a economia circular em sistemas de saneamento, favorecendo maior acesso às tecnologias disponíveis com visualização de impactos e viabilidade ambiental, econômica e social.

Uso Agrícola do Lodo de ETE



A recuperação de resíduos de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), principalmente a partir do lodo, destaca a importância dos bioinsumos na agricultura, inserindo o contexto da economia circular.

“Princípios do desenvolvimento sustentável”

Resíduos Orgânicos: Insumo agrícola em potencial

- Fonte de matéria orgânica
- Fonte de nutrientes
- Condicionador do solo



Sub-Projeto	Título	Objetivos	Configuração
1	Estudo da produtividade, das características físico-químicas e microbiológicas, da digestibilidade, da aptidão à desidratação e de técnicas de higienização de lodos produzidos em uma ETE do tipo UASB-BF.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar a produtividade de lodo em uma ETE do tipo UASB – BF. 2. Caracterizar do ponto de vista físico-químico e do microbiológico os lodos produzidos. 3. Avaliar a digestibilidade dos lodos, tanto pela via anaeróbia quanto pela aeróbia. 4. Estudar a aptidão dos lodos à desidratação através de processos naturais e mecanizados. 5. Estudar processos de higienização dos lodos que não agreguem massa ou volume ao lodo produzido na fase líquida do tratamento. Comparar o desempenho da pasteurização com o do difundido processo de calagem. 	
2	Valorização do lodo de lagoas de estabilização anaeróbias como fonte de matéria orgânica e de nutrientes no cultivo comercial do mamoeiro no Estado do Espírito Santo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliar os efeitos do lodo de ETE anaeróbia, como fonte de matéria orgânica e nutrientes na cultura do mamoeiro. 2. Caracterizar a alteração da biomassa, a atividade e diversidade microbiana no solo. 3. Avaliar os efeitos da adição de lodo de lagoas anaeróbias nas características físicas e químicas do solo. 4. Quantificar a densidade de patógenos, sua viabilidade e sobrevivência no solo, com a adição de lodo. 5. Monitorar os teores de metais pesados Cr, Zn, Pb, Ni, Cu, Hg, Cd, Mo e B no solo, e avaliar sua mobilidade na planta. 6. Avaliar o nível de incidência e severidade de varíola, meleira, antracnose, e viroses no mamoeiro, cultivado com adição de lodo de ETE como fonte de matéria orgânica e de nutrientes. 	

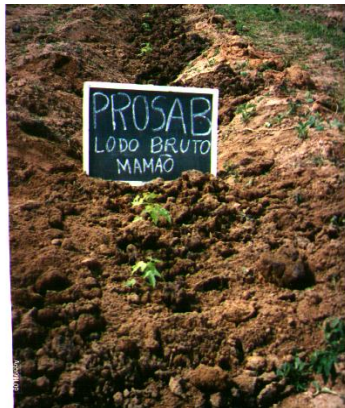


Pesquisa de Campo na Fazenda Experimental de Sooretama-ES/Incaper

Delineamento experimental em Blocos Casualizados, com 9 tratamentos constituídos pelas diferentes doses de lodo nas parcelas em 3 repetições

Efeito do Lodo de ETE nas Características Físicas e Químicas do Solo e no Desenvolvimento do Sistema Radicular do Mamoeiro.

LODO SEM HIGIENIZAÇÃO



N (Esterco) ⇒ 1,54 %

N (Lodo Sem Cal) ⇒ 1,90 %

TRATAMENTOS

- T1- 54 g de N ⇒ 5 Kg de Esterco/cova
- T2 - 54 g de N ⇒ 16 Kg de lodo/cova
- T3 - 81 g de N ⇒ 24 Kg de lodo/cova
- T4 - 108 g de N ⇒ 32 Kg de lodo/cova
- T5 - 135 g de N ⇒ 40 Kg de lodo/cova
- T6 - 162 g de N ⇒ 48 Kg de lodo/cova
- T7- 189 g de N ⇒ 56 Kg de lodo/cova
- T8 - 54 g de N (Adubação química)
- T9- SEM ADUBAÇÃO

Efeito do Lodo de ETE nas Características Físicas e Químicas do Solo e no Desenvolvimento do Sistema Radicular do Mamoeiro.

LODO HIGIENIZADO COM CAL VIRGEM



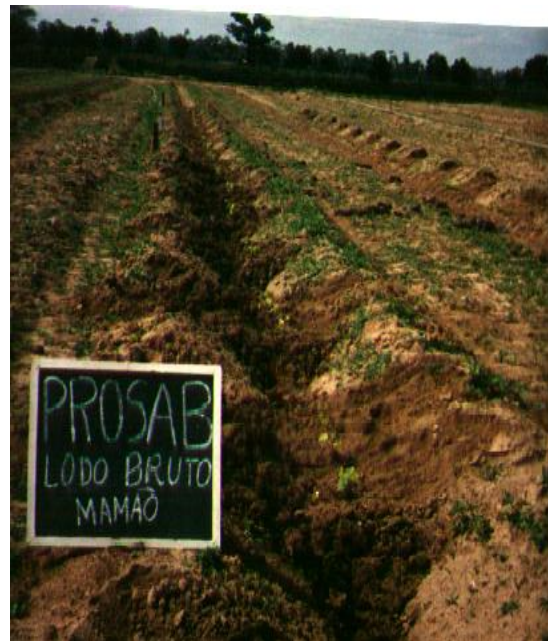
N (Esterco de boi) ⇒ 1,54 %

N (Lodo Com Cal 50%) ⇒ 1,33 %

TRATAMENTOS

- T1- 54 g de N ⇒ 5 Kg de Esterco/cova
- T2 - 54 g de N ⇒ 23 Kg de lodo/cova
- T3 - 81 g de N ⇒ 34 Kg de lodo/cova
- T4 - 108 g de N ⇒ 45 Kg de lodo/cova
- T5 - 135 g de N ⇒ 57 Kg de lodo/cova
- T6 - 162 g de N ⇒ 68 Kg de lodo/cova
- T7- 189 g de N ⇒ 80 Kg de lodo/cova
- T8 - 54 g de N (Adubação química)
- T9 - SEM ADUBAÇÃO

Efeito do Lodo de ETE nas Características Físicas e Químicas do Solo e no Desenvolvimento do Sistema Radicular do Mamoeiro.



Sistema Radicular

Trincheira



Trincheira



Sistema Radicular

Jato de Água

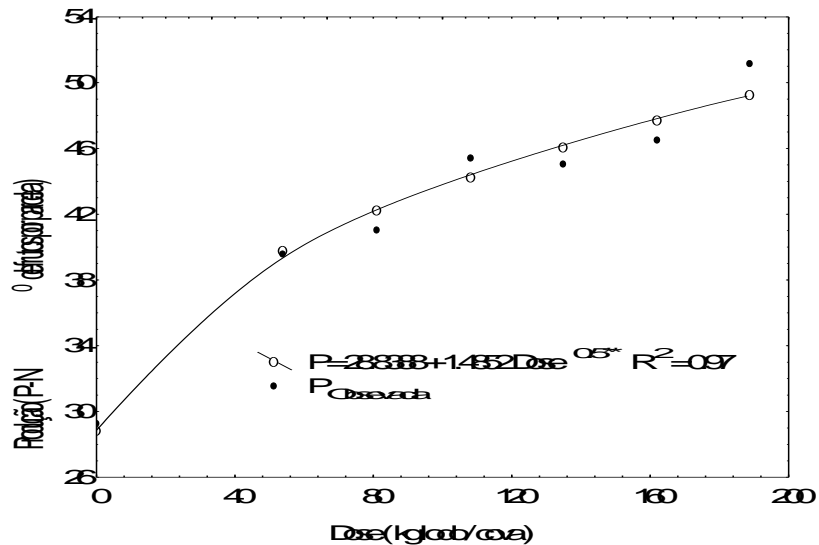


Jato de Água



Representação gráfica do modelo de regressão para a produção do mamoeiro em função da dose de lodo

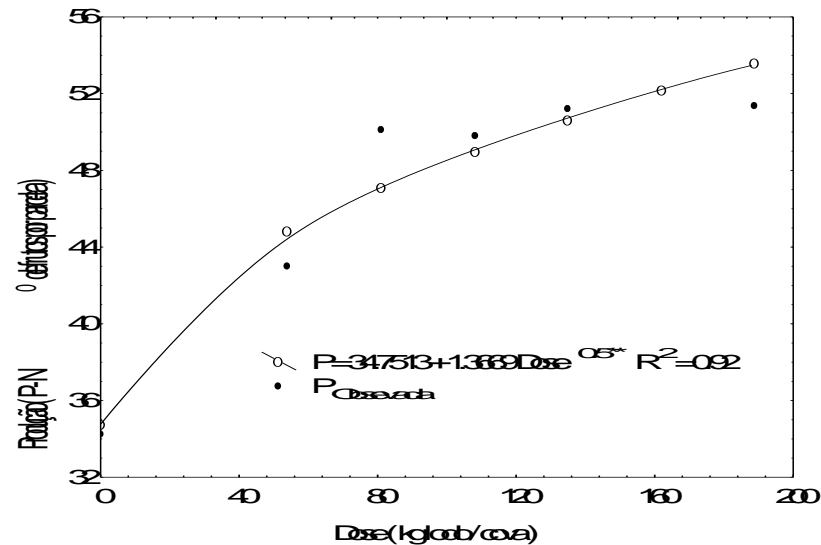
Lodo sem uso da Cal Virgem



Equação 1 : **Produção = 28,8388 + 1,4852 Dose^{0.5**} R² = 0.97.**

** significativo a 1 % de probabilidade

Lodo com uso da Cal Virgem



Equação 2 : **Produção = 34,7513 + 1,3669 Dose^{0.5**} R² = 0,92**

** significativo a 1 % de probabilidade

Conclusões do uso do lodo de ETE na cultura do Mamoeiro

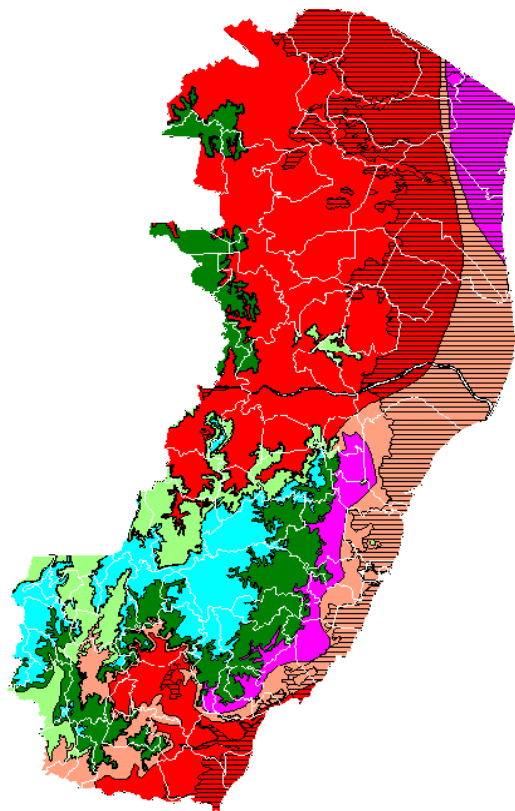
- **O lodo de ETE de Lagoa Anaeróbia apresenta um grande potencial para disposição na agricultura, em que , as maiores doses avaliadas não apresentaram efeito negativo na produtividade do mamoeiro. Deste modo, a disposição do lodo de ETE deve ser incentivada, desde que sejam obedecidos os critérios conforme foram utilizados no cultivo comercial do mamoeiro com o uso do lodo de ETE como fonte de matéria orgânica e nutrientes.**
- **O uso do lodo de ETE de Lagoa Anaeróbia se destacou como fonte de matéria orgânica e nutrientes na cultura do mamoeiro, contribuindo para o aumento da produtividade do mamoeiro através da melhoria das condições físicas e químicas do solo.**



USO DO LODO DE ESGOTO NA AGRICULTURA

CRITÉRIOS PARA O USO E MANEJO AGRÍCOLA E FLORESTAL DO USO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Parceria Cesan – Incaper e Fundagres Inovar

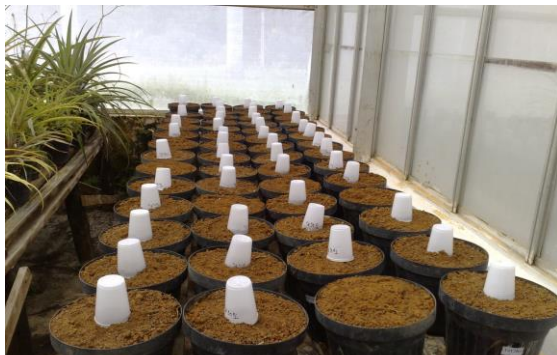


Zonas Naturais do Estado do Espírito Santo

ZONAS NATURAIS	ÁREA (%)
Zona 1  Terras frias, acidentadas e chuvosas	8,70
Zona 2  Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas	11,80
Zona 3  Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosa/seca	6,90
Zona 4  Terras quentes, acidentadas e chuvosas	4,10
Zona 5  Terras quentes, acidentadas e transição chuvosa/seca	6,70
Zona 6  Terras quentes, acidentadas e secas	31,20
Zona 7  Terras quentes, planas e chuvosas	5,20
Zona 8  Terras quentes, planas e transição chuvosa/seca	11,20
Zona 9  Terras quentes, planas e secas	16,20



BIOACUMULAÇÃO



BIOACUMULAÇÃO



BIOACUMULAÇÃO



Abacaxi



Aplicação do lodo com cal



Cana de açúcar



Goiaba



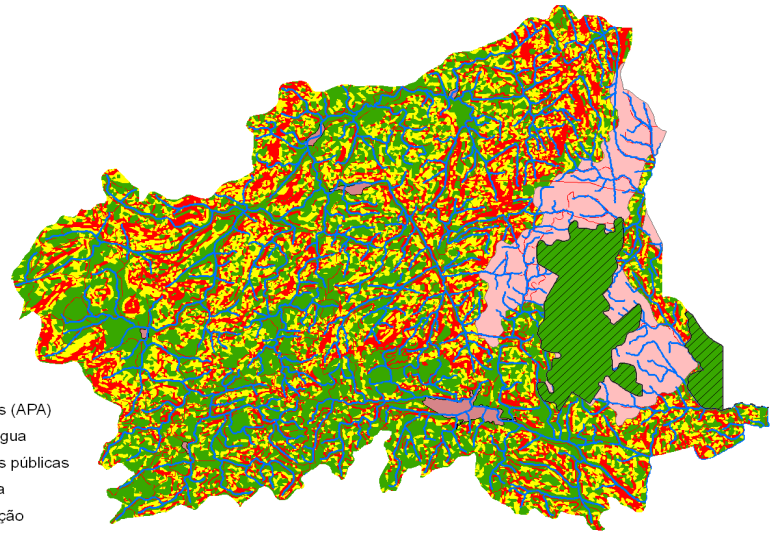
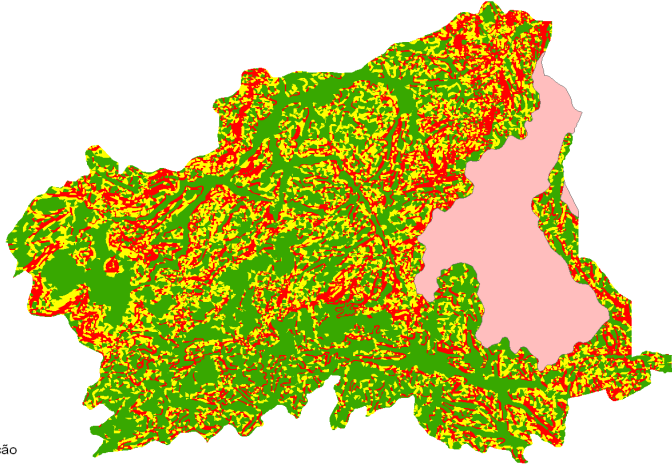
Banana



Mapeamento das áreas aptas para uso do biofóssido na agricultura no ES

restrições à aplicação do biofóssido
Santa Teresa

restrições à aplicação do biofóssido
Santa Teresa



LEGENDA

Solo com restrição

Declividade (%)

- Até 25%
- de 25 a 45%
- acima de 45%

LEGENDA

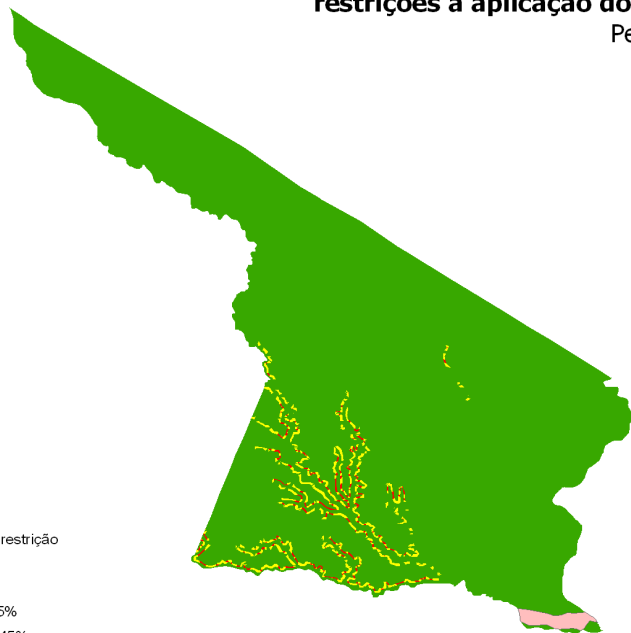
- Áreas Especiais (APA)
- APP Curso D'Água
- Domínio de vias públicas
- Mancha Urbana
- Solo com restrição

Declividade (%)

- Até 25%
- de 25 a 45%
- acima de 45%

Mapeamento das áreas aptas para uso do biossólido na agricultura no ES

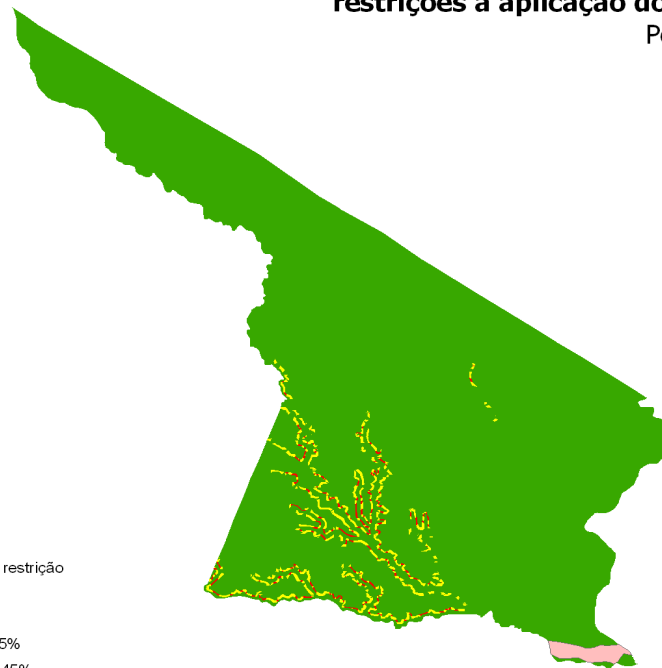
restrições à aplicação do biossólido
Pedro Canário



LEGENDA

- Solo com restrição
- Declividade (%)
- Ate 25%
- de 25 a 45%
- acima de 45%

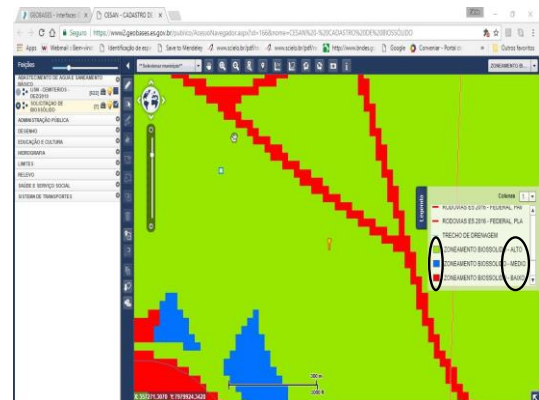
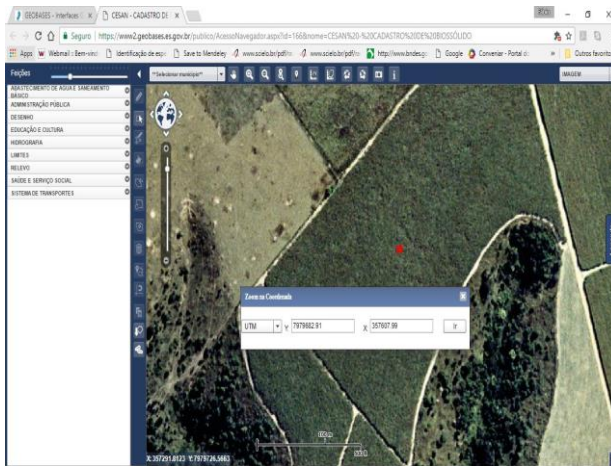
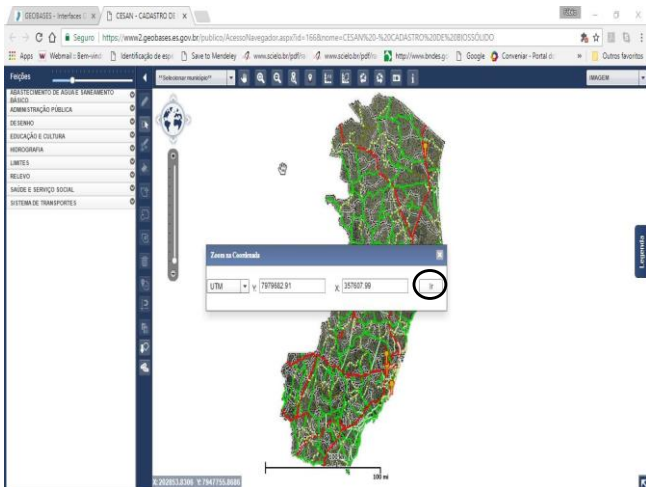
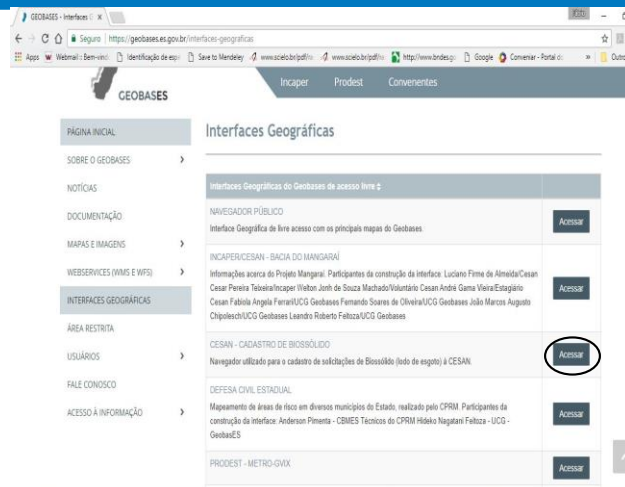
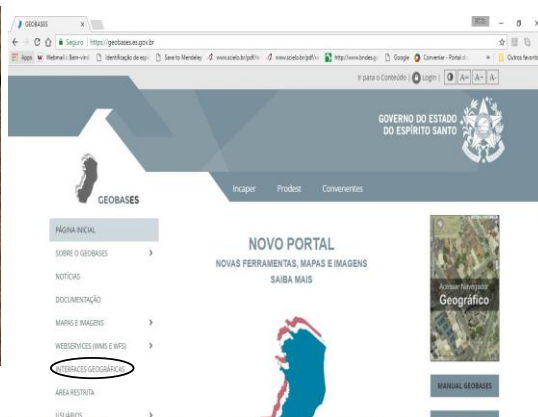
restrições à aplicação do biossólido
Pedro Canário



LEGENDA

- Solo com restrição
- Declividade (%)
- Ate 25%
- de 25 a 45%
- acima de 45%

Utilização do GEOBASES como ferramenta de auxílio na aplicação de Biossólidos





MANUAL DE USO AGRÍCOLA E DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESGOTO PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

As indicações das quantidades de lodo de esgoto higienizado, a serem aplicadas em diferentes culturas de importância econômica para o Estado do Espírito Santo, são definidas com base na percentagem de Nitrogênio (Quadro 1) e no teor de umidade do lodo de esgoto a ser utilizado, que variam em função de sua origem.

CULTURAS	QUANTIDADE DE NITROGÊNIO ¹ Adubação total de plantio e formação
Cultivos Agrícolas	kg de N/ha na base de lodo de esgoto com 20% de umidade
Abacaxi	560
Banana	120
Cafê Conilon ²	70
Cafê Arábica ²	70
Cana-de-açúcar	150
Goiaba	230
Mamão	300
Milho	480
Cultivos Florestais	
Açaí	250
Eucalipto	600
Palmeira Real	120
Seringueira	480

¹O cálculo das quantidades de lodo de esgoto será em função da percentagem de N e do teor de umidade do lodo a ser utilizado.
²Para a cultura de Cafê Conilon e Cafê Arábica recomenda-se a aplicação de 480 kg de N/ha/ano, em laavoura em fase de produção.

QUADRO 1 - Recomendação de lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica e nutrientes em cultivos agrícolas e florestais no Espírito Santo.

Com base nos resultados alcançados, os profissionais da Cesan e do Incaper, selecionados para acompanhar a disponibilização desse resíduos, bem como os técnicos e produtores rurais serão capacitados para o uso e manejo do biossólido na agricultura.

EQUIPE TÉCNICA

Aureliano Nogueira da Costa
Eng^o Agr^o, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

Adelaide de F. S. da Costa
Eng^o Agr^o, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper

Maria de Fátima de Lima
Eng^o Química, Especialista Engenharia Sanitária e Ambiental, CESAN

Carlos Nogueira de Mattos
Economista, CESAN

Luiz Carlos Santos Caetano
Eng^o Agr^o, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper

Renato Corrêa Taques
Eng^o Agrimensor, Pesquisador do Incaper

Luciano Firme de Almeida
Eng^o Agr^o, CESAN

Felipe Gonzaga Maia
Eng^o Agr^o, Mestrando em Biologia Vegetal

Documentos Nº 168 (3ª edição rev. e ampliada)
 ISSN 1519-2059
 Editor: DCM/Incaper
 Tiragem: 2.500
 Vitória/ES - Dezembro/2011
 comunicaocaoeditorial@incaper.es.gov.br
 www.incaper.es.gov.br



SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO URBANO



SECRETARIA DA AGRICULTURA,
ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA



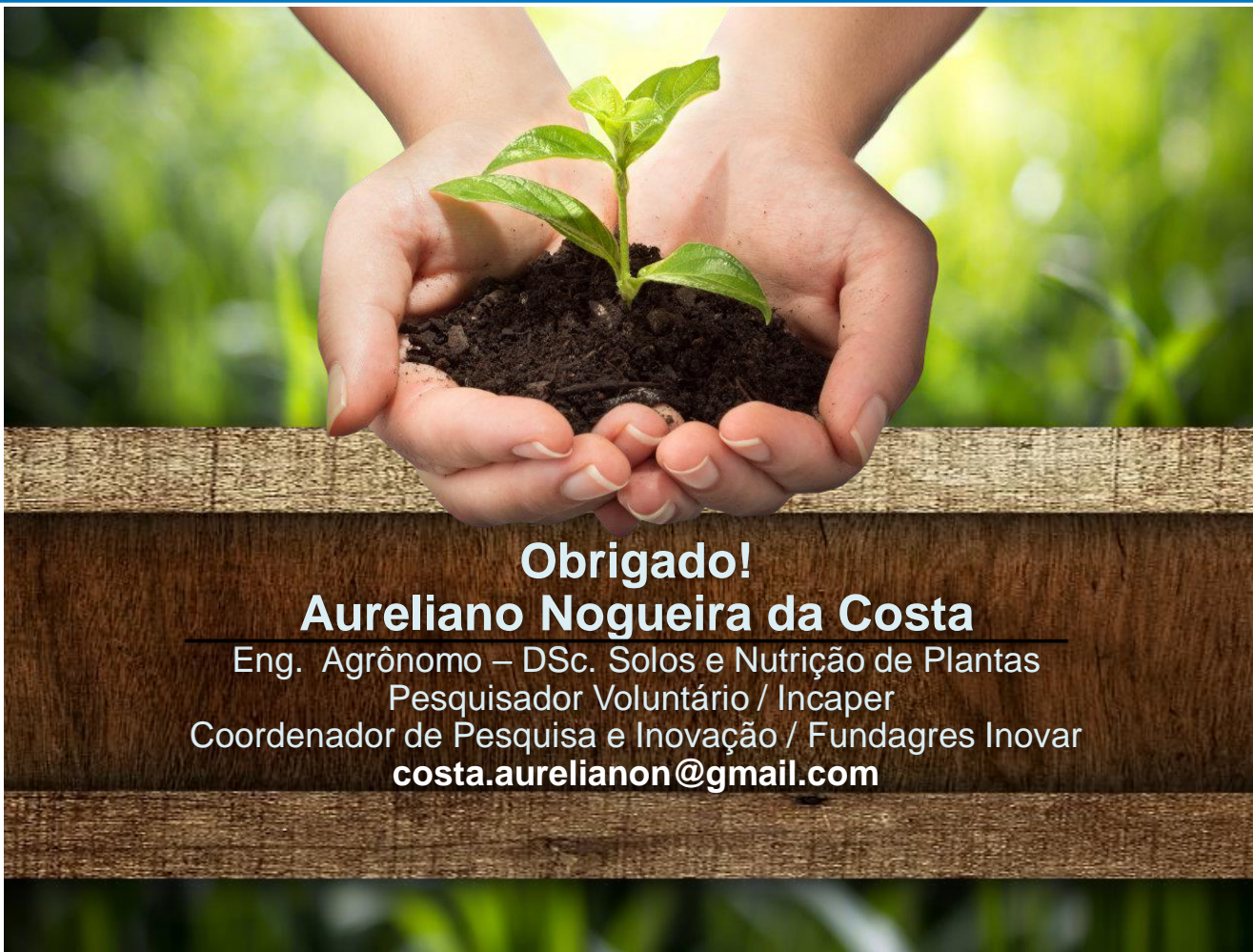
LODO DE ESGOTO: UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL







PROJETO GANHADOR DO PREMIO INOVES



Obrigado!

Aureliano Nogueira da Costa

Eng. Agrônomo – DSc. Solos e Nutrição de Plantas
Pesquisador Voluntário / Incaper
Coordenador de Pesquisa e Inovação / Fundagres Inovar
costa.aurelianon@gmail.com