

# O USO POTENCIAL DO LODO DE ESGOTO COMO ESTRATÉGIA DE PEQUENAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS DO ESTADO DO AMAPÁ, NA AMAZÔNIA<sup>1</sup>

Rosinete Cardoso Ferreira<sup>2</sup>; Franciulli da Silva Dantas de Araújo<sup>3</sup>

O estudo teve como objetivo avaliar a importância do lodo de esgoto no desenvolvimento da cultura do açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), como alternativa do uso desse recurso sanitário para soluções concernentes à destinação final dos resíduos, os quais têm se constituído em grande desafio científico e tecnológico no Brasil, e especialmente apresentando potencial aplicabilidade aos problemas sanitários na Amazônia. Nestes termos, evitar no espaço amazônico a todo custo a poluição dos solos, do ar e dos recursos hídricos, constitui-se em um desafio à compreensão dos mecanismos de biodegradação da massa de lixo e sua influência no comportamento nos aterros, principalmente na cidade de Macapá. Nesta, apenas 3% do esgoto é coletado, mas não é tratado, assim como na maioria dos municípios do Brasil há significativa carência de recursos humanos especializados e critérios técnicos, econômicos e sociais para tratar da questão dos resíduos sólidos. Quando tratado, uma alternativa viável para a destinação destes resíduos é a sua aplicação na agricultura, como condicionante do solo, podendo se tornar relevante do ponto de vista econômico e ambiental. O governo do Amapá, onde se localiza a cidade Macapá, apresentou o projeto da nova estação de tratamento do esgoto, onde o lodo receberá o tratamento adequado, fazendo gerar uma expectativa positiva para aplicação dos estudos que analisaram o uso do resíduo tratado para as pequenas comunidades agrícolas que não possuem recursos financeiros para custear adubos químicos e aumentar sua produção e, conseqüentemente, aumentar sua renda. No presente caso, a metodologia aplicada se consistiu na condução de um experimento no qual foram avaliados quinze vasos contendo solo com capacidade para sete quilos, solo misturado com as doses equivalentes, com três repetições, além do tratamento referência NPK (usando sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente). Como conclusão, observou-se que todos os parâmetros determinados foram indicativos promissores do uso do lodo de esgoto na agricultura, especialmente na palmeira do açaí, isto é, as concentrações de constituintes químicos, especialmente os metais pesados mais comuns ou agentes biológicos patogênicos, não foram encontrados em níveis elevados para considerar sua aplicação potencial como um risco à saúde pública ou à produção sustentável do cultivo do açaí. Portanto, um possível condicionante do solo de baixo custo para as comunidades agrícolas da Amazônia, no Estado do Amapá.

Palavras-chave: resíduo sólido, lodo, cultivo de açaizeiro.

---

<sup>1</sup>Resultado usado como referência faz parte das pesquisas desenvolvida no Mestrado Desenvolvimento de Processos Ambientais, na Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP.

<sup>2</sup>Professora de *Geografia* do Instituto Federal do Amapá - IFAP. Bacharel em Geografia e Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais. E-mail: [rosinete.ferreira@ifap.edu.br](mailto:rosinete.ferreira@ifap.edu.br).

<sup>3</sup>Professor de *Pesquisa e Depósitos Minerais e Hidrometalurgia* do Instituto Federal do Amapá – IFAP. Tecnólogo em Materiais e Mestre em Ciência e Engenharia dos Materiais.

## Introdução

A crise ambiental é um dos assuntos que mais preocupa a humanidade. O aumento populacional, a urbanização, a industrialização e o incremento nas atividades produtivas foram os principais motivos da multiplicação dos resíduos, sejam eles biodegradáveis ou sintéticos. O crescimento acelerado da população, a partir do advento da Revolução Industrial no século XVIII, trouxe significativo aumento proporcional e considerável no volume e concentração de resíduos gerados, tanto do ponto de vista doméstico quanto industrial

Os resíduos sólidos, líquidos ou gasosos normalmente são considerados sobras inevitáveis dos processos produtivos e também associados aos processos econômico-sociais dos quais a sociedade depende. Assim como no metabolismo dos seres vivos, a sociedade transforma insumos em bens, em serviços e em resíduos, os quais necessitam de tratamento adequado e permitam sua absorção no ambiente, com a mínima geração de impactos ambientais (CEBDS, 2005; BEZERRA, 2006).

O lixo é uma palavra derivada do termo latim *lix* que significa “cinza”, quando disposto inadequadamente, sem qualquer tratamento, poluindo o solo, as águas superficiais e subterrâneas e contaminando o ar. A poluição do solo é a forma mais direta de contaminação, alterando as características físicas, químicas e biológicas do mesmo. A poluição das águas pode ocorrer como consequência da presença de resíduos contaminados, perigosos ou tóxicos, dependendo da proximidade do local de disposição ou tratamento, por intermédio da percolação de fluidos (chorume, por exemplo). A poluição do ar é causada pela disposição de resíduos sem controle de gases e odores liberados, especialmente pela queima inadequada dos mesmos (CNTL, 2003).

Informações relativas à disposição final de resíduos sólidos, distribuídos de acordo com a população dos municípios (IBGE, 2010), indicam que houve uma redução de 63,6 % para 50% dos municípios brasileiros que depositam seus resíduos sólidos em “lixões”, classificado como “vazadouros a céu aberto”. Dentre as principais opções de disposição final do lodo das estações de tratamento de esgotos, podemos citar: utilização agrícola e florestal, recuperação de áreas degradadas, aterros sanitários, incineração e disposição oceânica. A reutilização do lodo para fins agrícolas e florestais surge como uma opção interessante (ARAÚJO, 2008).

Os lodos gerados e tratados (biossólidos) nas estações de tratamento de esgoto têm se mostrado positivos como condicionador de solos e na adubação orgânica de culturas como pupunheira (VEGA et al., 2004), milho e feijão preto (GADIOLI; FORTES NETO, 2004) e arroz (PIRES; MATTIAZZO, 2003). Algumas pesquisas realizadas demonstram, também, que esse resíduo poderia ser utilizado em projetos de recuperação florestal (LIRA, 2006); porém, não se encontram estudos que relatam a utilização deste resíduo no cultivo do açaí.

Na região Amazônica, apenas três municípios possuem unidades de compostagem, nenhuma no Estado do Amapá, sendo que a estação de tratamento de esgoto - ETE de Manaus, no Amazonas, é a única que trata o lodo de esgoto (IPEA, 2012). Os pequenos produtores rurais são levados a usar os compostos químicos sem estudo minucioso do impacto nos produtos, sem controle e acompanhamento técnico.

Por todos esses relatos, justifica-se o desenvolvimento de diversos Projetos de Pesquisas para contribuir com o descarte final adequado dos resíduos sólidos, avaliando a influência do lodo de esgoto nos atributos de solo, inclusive no cultivado com açaí. Este artigo faz uma reflexão sobre as possibilidades do uso do lodo de esgoto como alternativa no desenvolvimento agrícola de pequenos agricultores usando como exemplo um estudo realizado pela autora com a palmeira do açaí.

## Resíduo sólido

A noção de resíduo como material inadequado, que causa diminuição na qualidade de vida, não existe na natureza. Os resíduos são gerados a partir das atividades produtivas do homem, proporcionado pelo crescimento populacional, e estão diretamente relacionados com a disposição sem controle, ocasionando o esgotamento da capacidade de depuração do ambiente. A partir da Revolução Industrial, as fábricas começaram a produzir em larga escala introduzindo embalagens junto com o produto, causando aumento no volume e diversidade de resíduos gerados nas áreas urbanas (RODRIGUES; CAVINATTO, 2003).

A Norma Brasileira Registrada – NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004), define que resíduos são os materiais que se encontram em estados sólidos e semissólidos e que resultam das atividades: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços gerais e varrição. Estão incluídos, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede de esgoto ou corpos de água ou exijam, para isto, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de uma melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos são classificados, conforme a NBR 10.004, em perigosos (classe I), não perigosos (classe II), não inertes (classe II A) e inertes (classe II B). Essa classificação está baseada na análise do lixiviado (NBR 10.005) e do solubilizado (NBR 10.006) nas amostras de resíduos coletadas, segundo NBR 10.007 (ABNT, 2004).

As características qualitativas e quantitativas dos resíduos sólidos podem variar em função de vários aspectos, como os sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si. Em relação aos aspectos biológicos, os resíduos orgânicos podem ser metabolizados por vários microrganismos decompositores, como fungos e bactérias, aeróbios e/ou anaeróbios, cujo desenvolvimento dependerá das condições ambientais existentes. Além desses microrganismos, os resíduos sólidos podem apresentar agentes patogênicos, como os resíduos contaminados por dejetos humanos ou de animais domésticos, ou certos tipos de resíduos de serviços de saúde (BORGES DE CASTILHOS, 2003).

No Brasil, com o aumento no volume de coleta dos esgotos urbanos, tem elevado, de forma preocupante, a geração de resíduo produzido nas ETEs. Há algum tempo, vem se intensificando esforços no sentido de desenvolver técnicas de reuso capazes de tirar proveito do conteúdo de matéria orgânica contidos nesse resíduo. A modificação da estrutura bioquímica do resíduo gerado nas ETEs em um produto que tenha uma utilização real, economicamente viável e ambientalmente adequado é um dos objetivos de pesquisas (BIDONE, 2001), que buscam o uso promissor do lodo de esgoto na agricultura (MESSIAS et al., 2006), como um adubo que auxilie no sistema de plantio do pequeno, médio ou grande produtor.

## **Lodo de esgoto**

O lodo de esgoto (LE) é um resíduo de origem urbana resultante do tratamento de efluentes domésticos, apresentando composição bastante variável. As diferenças encontradas variam com o tipo de processo empregado (primário, lodo bruto produzido nos decantadores primários; lodo ativado, produzido em reatores biológicos; e lodo digerido, processo de estabilização biológica), com a localização fisiogeográfica das ETEs (que reflete os hábitos alimentares da população), com o balanço de nutrientes dos alimentos consumidos, com a época do ano e com a descarga de resíduos industriais (VIDOR, 1999; TSUTIYA, 2000).

Quando existe possibilidade de caleação no processo da ETE, o produto resultante passa a ser o biossólido. Portanto, biossólido é o nome dado ao lodo resultante do tratamento de esgoto, com características que permitam sua reciclagem de maneira racional e ambientalmente segura. O termo biossólido foi criado e divulgado em todo mundo para incentivar o uso de esgotos como adubos e condicionadores de solo (PIRES, 2005).

Os métodos de disposição mais comuns para o lodo de ETEs são: aterro, disposição no oceano, recuperação de terrenos de mineração, digestão em lagoas e uso agrícola (HARRIS - PIERCE et al., 1995). Diversos usos alternativos têm sido desenvolvidos, como: agregados leves para construção civil, fabricação de tijolos e cerâmicas, fonte de energia para produção de cimento e conversão do lodo em óleo combustível (TSUTIYA, 2001). Na Europa, a reciclagem e a disposição em aterros sanitários são as alternativas predominantes, onde são direcionados, para cada uma delas, cerca de 40 % do lodo produzido (DAVIS; HALL, 1997).

De acordo com Bettioli & Camargo (2000) em função da origem e do processo de obtenção utilizado, o lodo de esgoto apresenta composição muito variável, sendo um material ainda rico em matéria orgânica (40 a 60 %), em nitrogênio e em alguns micronutrientes como ferro, cobre, zinco e manganês. Um lodo de esgoto típico contém 40 % de matéria orgânica, 4 % de nitrogênio, 2 % de fósforo e 0,4 % de potássio.

A aplicação no solo constitui uma das práticas mais antigas de destino final do esgoto sanitário. As “fazendas de esgoto”, como ficaram conhecidas as primeiras experiências na Inglaterra, no início do século XIX, logo se disseminaram pela Europa e Estados Unidos (BASTOS, 2003).

A utilização do lodo de esgoto como adubo orgânico tem sido mencionada como uma alternativa para o destino final deste resíduo, principalmente pela concentração predominante de matéria orgânica e fonte considerável de nutrientes; como também, pela sua atuação como condicionante das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ANDREOLI et al., 2001; FARIA, 2007).

Além do ponto de vista ambiental e econômico, a utilização do lodo na agricultura é vantajosa, pois confere ao solo maior capacidade de retenção de água, porosidade (aeração das raízes) e estabilidade dos agregados, maior resistência à erosão, efeito residual utilizável para culturas subseqüentes e, possivelmente, induz a supressividade dos solos aos fitopatógenos (MELO et al., 1994; POLGLASE; MYERS, 1996; BERTON et al., 1997; SANTOS; SILVA et al., 2002).

Em 29 de agosto de 2006, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução nº. 375, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento sanitário e seus produtos derivados. Desde a entrada da norma em vigor, as estações de tratamento de esgoto, no Brasil, passaram a contar com um instrumento legal de controle de padrão e de monitoramento, bem como dos cuidados a serem observados ao disponibilizar o resíduo para a agricultura.

O lodo originado da rede de esgoto pode possuir em sua composição materiais altamente preocupantes concernentes à saúde humana e impactantes ao solo. Os riscos associados ao lodo estão relacionados à presença de metais pesados, microrganismos patogênicos e à significativa quantidade produzida sem um destino definido (LOURENÇO, 1997). Por isso, a Resolução nº 375, do CONAMA, deixa estabelecida que os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, na aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores de moléstias. O texto prevê restrições da aplicação do resíduo em áreas de pastagens e unidades de conservação, em cultivos para consumo “in natura”, em plantações que tenham contato com o solo, entre outros. O lodo urbano, quando tratado, pode eliminar a patogenicidade de vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos (BARBOZA, 2007). Entretanto, a possível presença de poluentes como agentes patogênicos e metais pesados são fatores que podem provocar impactos negativos; por isso sua aplicação exige cuidados especiais para que sejam evitados danos à população e ao meio ambiente.

O uso do LE em áreas agrícolas e florestais pode ser limitado pela quantidade de metais presente nesse material (Tabela 1). O nitrato também representa, segundo Pires (2005), um problema devido a ausência de sincronismo entre sua mineralização e a absorção pelas plantas, resultando em risco de contaminação do lençol freático pois, ao serem adicionados ao solo, alguns dos poluentes podem se incorporar na cadeia alimentar ou acumular-se no próprio solo, ar, águas superficiais e subterrâneas e sedimentos.

Segundo a Resolução CONAMA 375, para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado, quanto a presença de substâncias inorgânicas, deverão ser determinadas as seguintes substâncias para o uso agrícola, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de metais pesados em resíduos orgânicos, fertilizantes minerais e produtos utilizados na agricultura.

Produto agrícola	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
	-----mg · kg <sup>-1</sup> (base seca)-----									
Aguapé	-	-	33	-	-	-	-	17	33	50
Calcário	-	-	2-125	-	-	40-1200	0,1-15	-	-	-
Composto de lixo	0,01-100	1,8-410	13-3580	23325	0,09-2,1	60-3900	22	0,9-279	1,3-2240	82-5894
Esterco bovino	-	-	38-160	7336	-	552	16	3	1,52	128-330
Esterco galinha	4,4	-	31	-	-	350	-	4,4	38	245
Esterco porco	-	-	1100	-	-	-	-	8,3	13	1009
Fertilizante N	-	-	1-15	-	-	-	1-7	-	-	-
Fertilizante P	-	-	1-300	-	-	40-2000	0,1-60	-	-	-
<b>LODO DE ESGOTO</b>	<b>0-3410</b>	<b>8-40600</b>	<b>50-8000</b>	<b>42224</b>	<b>1-260</b>	<b>242</b>	<b>9,2</b>	<b>6-5300</b>	<b>2-7000</b>	<b>90-49000</b>
Pesticida	-	-	12-50	-	-	-	-	-	-	-
Torta de mamona	-	-	33	2876	-	77	-	-	-	156

Fonte: Kabata-Pendias & Pendias (1992), Ross (1994), Raji et al. (1997), Melo & Marques (2000)

As principais preocupações em relação à adição de metais pesados aos solos são: inserção na cadeia alimentar, redução da produtividade agrícola devido aos efeitos fitotóxicos, acúmulo no solo, alteração da atividade microbiana e contaminação dos recursos hídricos (PIRES, 2005).

### Uso do lodo de esgoto na agricultura

Os lodos gerados nas ETEs têm se mostrados aptos na adubação orgânica de culturas como, alface (MILLNER et al., 1982), soja e trigo (BROWN et al., 1997), milho (SILVA et al., 1997), feijão e girassol (DESCHAMPS ; FAVARETTO, 1997), alho e sorgo (DEL VAL et al., 1998), eucalipto e cedro (MELO, 2001), arroz (PIRES ; MATTIAZZO, 2003), braquiária, guiso - de - cascavel, fedegoso, juá-bravo e beldroega (MATOS et al., 2004), feijão caupi (BARBOZA, 2007); porém, poucos estudos relatam a utilização deste resíduo no cultivo do açaí.

A aplicação deste resíduo sólido aumentou a quantidade de N, P, K, Ca, Mg e Zn e a produção de matéria seca na cultura do milho, elevando o pH e reduzindo o Al<sup>+3</sup> tóxico em cinco solos paulista (BERTON et al., 1989).

Avaliando-se o efeito de metais pesados na nodulação e desenvolvimento de leguminosas (ervilha e trevo branco), Chaudri et al. (2000) observaram que, em solos que receberam 100 Mg·ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto, contendo 273 mg.kg<sup>-1</sup> de Zn, após 10 anos, foram

encontrados nódulos em ambas as leguminosas. Quando a concentração de Zn no solo superou essa dose e a concentração de Cu atingiu  $365 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , não foram encontrados nódulos e o percentual de nitrogênio foi significativamente inferior ao do tratamento controle.

Em um trabalho realizado com aplicação de biossólido na dose de  $23 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , associado com a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio, na cultura da soja, houve P suficiente para o desenvolvimento da planta, sem que o N presente no resíduo prejudicasse a fixação biológica de  $\text{N}_2$  (VIEIRA et al., 2005).

A aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto promoveu diminuição do pH e aumento nos teores de matéria orgânica, N, P, K, Na, Ca e Mg dos solos, em culturas de milho e feijão; porém, a matéria seca de ambas as culturas ficou abaixo da obtida pela fertilização mineral completa (NASCIMENTO et al., 2004).

Segundo Oliveira & Mattiazzo (2001), não houve nenhuma mobilidade do Cu, Cr, Cd e Ni ao final dos dois anos experimentais, utilizando biossólido (nas doses 33, 66 e  $99 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em um latossolo amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar. Porém, foi evidente a movimentação do Zn no perfil do solo. Amaral Sobrinho et al. (1998) também verificaram a movimentação do Zn em profundidade, o que reforça estudos realizados por Hue (1995), indicando o Zn como sendo o metal pesado que apresenta maior potencial de lixiviação, provavelmente pelo aumento da acidez do meio. Araújo & Nascimento (2005) utilizaram como dose máxima de aplicação de lodo de esgoto a correspondente a  $243 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , provocando diminuição da mobilidade de Zn nos solos incubados com lodo, com transferência do elemento ligado à fração matéria orgânica, para a fração residual.

Em trabalho realizado em latossolo vermelho eutroférico cultivado com girassol e com aplicação de biossólido, foi evidenciado que a aplicação não afetou os teores totais de Cu, Fe, Mn, Cd, Cr e Pb no solo. Apenas houve efeito da aplicação do resíduo nos teores totais de Ni e Zn; contudo, os valores encontrados estão dentro dos teores permitidos pela legislação, constituindo-se um problema em longo prazo (RIBEIRINHO et al., 2004). Resultados semelhantes foram obtidos por Melo et al. (2002).

A aplicação de lodo, na dose de  $20 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , enriquecido com Cd ( $84,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) e Zn ( $569,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), em latossolo vermelho-amarelo e argissolo vermelho-amarelo, aumentou significativamente a biomassa vegetal do arroz sem apresentar sintomas de toxidez, indicando tolerância aos teores elevados de Cd e Zn. Na dose de  $80 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , também não houve toxidez; porém, não houve aumento significativo da produção de biomassa (OLIVEIRA et al., 2002).

Galdos et al. (2004) verificaram aumento nos teores de Cu, Ni e Zn no solo e aumentos de Zn na planta, com aplicações de lodo de esgoto ( $10,8$  e  $21,6 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) comparadas aos tratamentos sem aplicação de resíduos.

Foi observado aumento de matéria seca de milho com as doses 10, 20, 30, 40 e  $60 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de lodo; porém, abaixo da obtida pela fertilização mineral completa (NASCIMENTO et al., 2004). A produção de matéria seca de milho aumentou com a dose de lodo, na presença ou ausência de potássio (SIMONETE; KIEHL, 2002).

### **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), palmeira da região amazônica, produz frutos que fornecem uma bebida de cor roxa - violeta chamada “açai”. Botanicamente, classifica-se como pertencente à divisão *Magnoliophyta* (= Angiospermae, classe *Liliopsida* Príncipes), família *Arecaceae* (= Palmae) estando inserido no gênero *Euterpe* (OLIVEIRA et al., 2002). A *Arecaceae*, possui cerca de 2.000 espécies em 200 gêneros no mundo e, no Brasil, existem mais de 300 espécies e híbridos. Sendo assim, a Amazônia é o principal centro de diversidade das palmeiras. A Amazônia contém aproximadamente 50 % dos gêneros e 30 % das espécies de palmeiras do Novo Mundo (ENDERSON, 1995).

É o alimento básico da população ribeirinha da Amazônia, conhecido pelos indígenas como “içá-çai”, a fruta que chora. A palmeira se adapta melhor nos terrenos alagados e áreas

úmidas. É mais freqüente nas margens de igarapés, em mata de várzea e dos rios, como o Amazonas. Como floresce e frutifica o ano todo é possível encontrar na mesma árvore, com 30 metros, que produz touceira com até 25 estirpes, cujos perfilhos apresentam diferentes estádios de maturação, desde flores até frutos maduros (TANGHE, 1999). Sua inflorescência é intrafoliar, sendo envolvida por duas brácteas conhecidas por espatas que, ao abrirem, expõem o cacho constituído por um ráquis e um número variável de ráquias, onde estão inseridos milhares de flores masculinas e femininas (OLIVEIRA et al., 2002).

Os frutos são drupas globosas ou levemente depressas, que apresentam resíduos florais aderidos de coloração violácea quando maduros ou de cor verde no início do seu amadurecimento e, gradativamente, pigmentos conhecidos como antocianinas se acumulam, causando uma mudança de cor para roxo-violeta, quase preta (OLIVEIRA et al., 2002). As antocianinas são corantes naturais que despertam grande interesse pelo seu uso nas diversas áreas industriais. Em relação às outras frutas, o açaí tem mostrado ser uma excelente fonte de antocianina por apresentar maior concentração deste pigmento na sua polpa.

O açaí se apresenta, também, como uma importante fonte em lipídios (conferindo um valor energético elevado ao produto), em proteínas, em fibras, em elementos minerais (Mn, Cu, B, Cr), em vitaminas E e B1. Sobre o cenário mundial, o açaí é um dos produtos mais ricos em antocianina, apresentando entre 755 e 1800 mg / kg de frutos, segundo a proveniência; é considerado *a priori*, os frutos do açaizeiro, uma nova fonte de corantes naturais (SOUZA, 2000).

Devido a seus valores nutricionais, o açaí vem despertando o interesse de pesquisadores de todo o mundo. Uma pesquisa realizada pelo químico belga Herve Rogez, levantou dados nutricionais do açaí, sendo: (condição por 100 % gramas): lipídeos (4,79 g), carboidratos (2,28 g), proteínas (0,86 g), fibras (2,91 g), vitamina B1 (0,25 mg) e antocianina (196 mg).

As utilidades da planta vão desde o tradicional “vinho do açaí”, até cremes, sucos, sorvetes, picolés, licores e mingau. O caroço pode ser usado para produzir artesanato e adubo orgânico, e quando queimado produz fumaça que é utilizada como repelente de insetos. O palmito é bastante empregado no preparo de saladas, recheios e cremes; as raízes combatem a hemorragia e a verminose.

Um cacho maduro, proveniente de uma árvore do Estado do Pará, pesa, na safra, 1524 g e os frutos com o peso médio de 1,51 g. Obtém-se, em média, 443,1 g de suco à pH 5,41 durante o despulpamento de um quilo de frutos por adição de 500 mL de água. Um peso seco de 10,5 % deste suco fornece um rendimento em matéria seca de 47 g por quilo de frutos e de 71,82 g por 1.000 frutos (TANGHE, 1999).

Este mesmo suco contém, na base de matéria seca, 49,88 % de matéria graxa, 25,65 % de fibras, 11,56 % de matérias nitrogenadas totais, 1,58 % de glicose, 1,19 % de frutose, 0,26 % de sacarose e 3,25 % de cinzas. Entre outras, ele acrescenta ao organismo grandes quantidades de cobre e de manganês.

O baixo teor de proteína indica que os caroços não são bons fertilizantes como se acredita. Uma estimativa foi realizada em uma agroindústria que trabalha com 2.000 kg / dia de frutos de açaí que produzem 900 L / hora de bebida de açaí preto médio. Os resultados obtidos indicam que o caroço de açaí é um combustível em potencial e que uma caldeira marca MENARK modelo CV-05L é o suficiente para suprir as necessidades do projeto com 40 % de ociosidade (KABACZNIK, 1999).

Estudo realizado na Universidade Federal do Rio de Janeiro mostrou que o açaí possui baixíssima toxidez; há segurança mais do que suficiente para produzir medicamentos a partir do extrato do fruto. Possui uma capacidade antioxidante cinco vezes maior pelo teste de controle de qualidade DPPH (radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazil) do que o do Ginkgo biloba, produto fitoterapêutico que hoje é muito conhecido e utilizado no mundo inteiro. Por outro lado, a pesquisa provou a atuação antimicrobiana do extrato do fruto, principalmente frente ao *Staphylococcus aureus*, principal bactéria encontrada na pele humana. Mas, uma má notícia nas pesquisas realizadas comprovou que as polpas industrializadas possuem quase nenhuma similaridade química com a fruta, pois além de possuírem enormes quantidades de aditivos químicos, conservantes e

estabilizantes, que dão as características de odor e sabor do açaí, contém zero de atividade antioxidante.

As palmeiras amazônicas são utilizadas na alimentação, construção e confecção de artesanatos (JARDIM; STEWART, 1994). Desta forma, é uma fonte de recursos com importância sócio-econômica e cultural, relacionada com a vida e com os costumes das comunidades. Tornou-se, portanto, em uma das principais fontes de renda familiar nas comunidades ribeirinhas do estuário amazônico.

Devido ao potencial econômico e cultural apresentados, é que se tornou necessário utilizar o açaí como fonte de estudo para aplicação do LE, verificando o grau de influência no seu desenvolvimento e analisando o comportamento quanto à agregação de resíduo orgânico numa planta típica e tão popular da Amazônia.

### **Estudo sobre o potencial de uso do lodo no açaizeiro**

Diversos municípios brasileiros iniciaram, nas últimas décadas, programas de tratamento de efluentes domésticos, construindo ETE's, cujo propósito tem sido despoluir rios e reduzir uma fração dos problemas de saúde pública nos destinos finais de resíduos sólidos, em especial aqueles gerados pela carência de saneamento básico. A destinação final de resíduos sólidos, fundamentados em dados relativos às formas de disposição final, distribuídos de acordo com a população dos municípios, indica que 50 % dos municípios brasileiros depositam seus resíduos sólidos em "lixões". Somente 13,8 % informam que utilizam aterros sanitários e 18,4 % dispõem seus resíduos em aterros controlados, totalizando 32,2 %. E 5% dos restantes não declaram o destino de seus resíduos (Borges de Castilhos, 2003; IBGE, 2002).

Ao se adentrar no mérito mais específico de cada região, o Estado do Amapá, concernente ao esgoto sanitário *in natura*, um exemplo contundente do problema no Estado são os praticamente 97,5 % do esgoto da cidade de Macapá, não tratados, lançados diretamente nos corpos de água, constituindo-se em uma situação corriqueira, porém, inaceitável do ponto de vista ambiental, sanitária, social e econômica na Amazônia (Cunha et al., 2004). Faltam alternativas técnicas, econômicas e ambientais para resolver tais problemas em várias regiões brasileiras, em especial na Amazônia.

Por esse motivo, há necessidade de entender o que ocorre com as características físico-químicas do LE e as interações entre este e o solo e o cultivo do açaí, haja vista que cada uma delas está desempenhando um papel fundamental no funcionamento do agroecossistema em questão. Assim, a pesquisa analisou a influência do lodo de esgoto em atributos do solo cultivado com açaí.

Após incubação por um período de sete dias foi plantado o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) proveniente do Estado do Amapá, das regiões de várzea e comercializado na cidade de Macapá. As sementes foram extraídas a partir do despulpamento do fruto, secas sobre papel e mantidas à sombra durante 24 horas; depois acondicionadas em uma caixa de papel, misturadas em serragem, para o transporte até Recife.

Para a realização do estudo, foi utilizado solo coletado na Estação Experimental de Itapirema da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, município de Goiana – PE, em área de Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999) de textura média (mais indicado para a cultura do açaí), retirando-se amostra da camada de 0 a 20 cm, a qual apresentou as seguintes características: 7,4 g kg<sup>-1</sup> de argila; 89,6 g kg<sup>-1</sup> de areia; 3,0 g kg<sup>-1</sup> de silte; 2,4 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; 20 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,15 mg dm<sup>-3</sup> de K; 3,40 mg dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,55 mg dm<sup>-3</sup> de Mg; 3,21 mg dm<sup>-3</sup> de S; e CTC igual a 5,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, conforme Embrapa (1997). Os teores totais dos elementos potencialmente tóxicos foram, em mg kg<sup>-1</sup>: Zn = 1,8, Cu = 1,5, Mn = 5,0 e Fe = 1,6.

O lodo de esgoto utilizado no experimento foi o oriundo do leito de secagem da Estação de Tratamento de Esgoto da Mangueira da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, Recife, Pernambuco, que trata esgoto doméstico. Após a coleta, o material foi devidamente preparado para avaliação de sua composição química. Algumas conclusões ficaram evidenciadas na pesquisa. A principal é que aplicação do lodo de esgoto não exerceu efeito adverso



sobre os parâmetros estudados no solo e no açaí, conforme demonstra os dados obtidos durante a pesquisa (Tabela 2).

Não foi possível realizar o experimento com o LE proveniente dos domicílios da cidade de Macapá, devido não ocorrer o tratamento do resíduo de acordo com normas vigentes. A Resolução n° 375, de 29/08/2006, estabelece critérios e procedimentos para o uso, visando benefícios à agricultura e evitando riscos à saúde pública e ao ambiente.

Tabela 2. Dados obtidos na análise do solo utilizado, após o experimento com açaí

DOSES	pH (H <sub>2</sub> O)	CE μS cm <sup>-1</sup>	Na .....	K .....	Fe .....	Cu mg.kg <sup>-1</sup>	Zn .....	Mn .....	Cd .....
NPK									
kg.ha <sup>-1</sup>	5,89	30,20	5,73	7,46	0,39	0,26	0,01	0,05	0,13
NPK									
kg.ha <sup>-1</sup>	6,06	28,80	7,37	7,46	0,35	0,21	0,01	0,04	0,21
NPK									
kg.ha <sup>-1</sup>	5,91	28,40	6,24	7,46	0,36	0,13	0,01	0,05	0,20
O Mg.ha <sup>-1</sup>	6,07	28,10	6,14	7,46	0,35	0,16	0,02	0,34	1,82
O Mg.ha <sup>-1</sup>	6,03	34,90	6,14	7,46	0,24	0,17	0,02	0,39	1,73
O Mg.ha <sup>-1</sup>	5,91	31,20	6,73	7,46	0,34	0,17	0,02	0,37	1,83
25 Mg.ha <sup>-1</sup>	5,56	35,80	6,83	7,46	1,97	0,46	0,02	0,50	2,10
25 Mg.ha <sup>-1</sup>	5,56	31,20	6,14	7,46	2,05	0,40	0,03	0,50	2,18
25 Mg.ha <sup>-1</sup>	5,28	37,00	6,55	7,46	1,99	0,42	0,02	0,59	2,10
50Mg.ha <sup>-1</sup>	4,98	36,70	8,19	7,46	2,81	0,52	0,05	0,79	4,11
50 Mg.ha <sup>-1</sup>	5,20	42,00	7,37	7,46	2,64	0,53	0,04	0,81	4,01
50 Mg.ha <sup>-1</sup>	5,19	39,80	7,14	7,46	2,77	0,56	0,04	0,79	4,11
75 Mg.ha <sup>-1</sup>	4,90	56,00	7,96	7,46	2,73	0,66	0,06	0,91	5,18
75 Mg.ha <sup>-1</sup>	4,94	45,10	7,37	7,46	2,87	0,68	0,06	0,92	5,19
75 Mg.ha <sup>-1</sup>	4,92	54,70	8,01	7,46	2,89	0,48	0,05	0,99	5,19

pH=potencial hidrogênio; CE=condutividade elétrica; MS=materia seca; Na=Sódio; K=potássio; Fe=ferro; Cu=cobre; Zn=zinco; Mn=mangânês; Cd=cádmio.

Após as etapas de análise de laboratório e avaliação das tendências da concentração das doses LE foi usado o software Statistica 6.0 (2001), para realizar os ajustes para correlacionar algumas variáveis de interesse. Após os ajustes obteve-se uma série de parâmetros matemáticos e estatísticos ao nível de 95 % de significância.

A amostra de solo tratada com doses crescentes de lodo de esgoto apresentou valores baixos de pH em água, evidenciando acidez elevada à medida que se aumenta a dose, o que pode ter ocasionado limitação na decomposição da matéria orgânica e o seu acúmulo. A acidificação pode ser atribuída às reações de nitrificação do nitrogênio amoniacal, ou a provável oxidação de sulfitos e a produção de ácidos orgânicos durante a degradação do resíduo. Ficou evidenciado o potencial do lodo de esgoto em proporcionar, mesmo que temporariamente, condições de salinidade no solo. E a principal tendência para futuros estudos é a de que os resultados são favoráveis para a aplicação do lodo de esgoto sobre as características físico-químicas do solo e do açaizeiro, se devendo ao teor de matéria orgânica e de nutrientes e o baixo teor de metais pesados do LE, havendo a necessidade da continuidade dos estudos para a palmeira do açaí, principalmente em relação à produtividade agrícola.

## Conclusão

A disposição adequada do LE no Amapá é uma necessidade sanitária, ambiental e econômica. Muitos estudos no Brasil apontam para o uso do resíduo como alternativa sustentável de viabilizar uma política agrícola tanto para o pequeno quanto para o grande produtor, usado como condicionante de nutrientes para o solo.

É importante salientar que a viabilidade das políticas de uso do lodo de esgoto precisam estar atentas a uma logística de tratamento que atenda todos os requisitos legais, pois quando não recebem o tratamento adequado se torna uma desvantagem e risco em potencial a saúde pública. Um exemplo é a bacia do município de Macapá que, assim como Santana e Laranjal do Jari, constitui um aporte populacional e a bacia receptora de esgoto doméstico é uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente, pois potencializam a proliferação de vetores de moléstias e organismos nocivos.

O uso eficaz do lodo de esgoto e de outros resíduos envolve não apenas aspectos agrônômicos e econômicos, tais como os descritos nas análises anteriores, mas também o nível educacional e cultural dos agricultores em relação ao problema, a maneira como lidam com a terra, seus valores pessoais, etc. É necessário avaliar os vários aspectos ambientais envolvidos: comprometimento político que viabilize a melhoria da saúde da população, o investimento em estudos e pesquisas, como as características do solo, formas de cultivos, tipos de culturas, o uso de adubos orgânicos e a receptividade por parte dos agricultores.

Mesmo que haja avanços importantes no futuro, ainda haverá lacunas abissais intra e inter-regionais que dificultam a implementação de políticas públicas que, por sua vez, dependem fundamentalmente dos avanços científicos e tecnológicos promotores das ações efetivas nesta direção no Estado do Amapá. Este trabalho, talvez, sirva como um primeiro sinal concreto de avanços nesta direção.

## Referências

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soil**. London, Blackie A & P, 1995. 368p.

ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos**: transformando problema em solução. Curitiba: SANEPAR, 2.ed, p.28-35. 2001.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A., eds. Impacto Ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, **EMBRAPA Meio Ambiente**, p. 281-312, 2000.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A., eds. Impacto Ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, **EMBRAPA Meio Ambiente**, p. 281-312, 2000.

ARAÚJO, J. C. T.; NASCIMENTO, C. W. A. Redistribuição entre frações e teores disponíveis de zinco em solos incubados com lodo de esgoto. Viçosa, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, 2005.

ARAÚJO, F.S D. **Influência do lodo de ETE na massa para fabricação de cerâmica vermelha**. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Natal, 2008. 89p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Aterros de resíduos perigosos**: critérios para projeto, construção e operação. NBR. 10.157, São Paulo, 1987b. 22p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos sólidos**. NBR 10004, São Paulo, 2004a.

BARBOZA, Rafael Sá Leitão. **Influência do lodo de esgoto na nodulação e no desenvolvimento do caupi** (*Vigna unguiculata* [L.] Walp). Dissertação – Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Recife, 2007. 84p.

BASTOS, R.K.X. **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Rio de Janeiro: ABES. 2003.

BERTON, R.S. et al. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.13, p. 187-192, 1989.

BERTON, R.S.; VALADARES, J.M.A.S.; CAMARGO, O.A.; BATAGLIA, O.C. Peletização de lodo de esgoto e adição de CaCO<sub>3</sub> na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p. 685-691, 1997.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 2000. 312p.

BEZERRA, Flávio Barbosa et al. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.469-476, mar.2006.

BORGES DE CASTILHOS, Armando (org.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, p.07-35, 2003.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M.; Metais pesados do solo após aplicação de biossólido. I – Fracionamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.543-555, 2004.

BROWN, S.; ANGLE, J.S.; CHANEY, R.L. Correction of limed biosolid induced manganese deficiency on a long term field experiment. **Journal and Environmental Quality**, v.26, p.1375-1384, 1997.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS – CNTL. **Gerenciamento de resíduos sólidos na pequena e microempresa** – módulo 2. Porto Alegre: CNTL, p.4-14, 2003.

CHAUDRI, A.M.; ALLAIN, C.M.G.; BARBOSA-JEFFERSON, V.L.; NICHOLSON, F.A.; CHAMBERS, B.J.; McGRATH, S.P. A study of the impacts of Zn and Cu on two rhizobial species in soils of a long-term field experiment. **Plant and Soil**, v. 221, p. 167–179, 2000.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Pmaisl**. Rio de Janeiro: CEBED, 2005.

CUNHA, A. C et al. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no Baixo Amazonas: o caso do Amapá. **Rev. Eng. Ambiental e Sanitária** (ABES). 9: 322-328, 2004.

DAVIS, R. D.; HALL, J. E. Production, treatment and disposal of wastewater sludge in Europe from a UK perspective. **European Water Pollution Control**. v.7, n.2, p.9-17, 1997.

DEL VAL, C.; BAREA, J.M.; AZCÓN - AGUILAR, C. Arbuscular mycorrhizal spore populations in heavy metal contaminated soils as affected by the host plant. **Applied Environmental Microbiology**, 1998.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. Efeito do lodo complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura do feijoeiro e do girassol. **Sanare**, v.8, p.33-38, 1997.

GADIOLI, J.L.; FORTES NETO, P. Rendimento de milho e de feijão preto cultivado em solo acrescido de lodo de esgoto. **Sanare**, v.21, p.53-58, 2004. GALDOS, M. V.; DE MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.569-577, 2004.

GALDOS, M. V.; DE MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.569-577, 2004.

- HARRIS-PIERCE, R. L.; REDENTE, E. F.; BARBARICK, K. A. Sewage sludge application effects on runoff water quality in a semiarid grassland. **Journal of Environmental Quality**, v.24, p.112-115, 1995.
- HENDERSON, A. **The palms of Amazon**. Oxford University Press, New York. 362 p. 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/defaulttabpdf\\_esgot\\_san.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/defaulttabpdf_esgot_san.shtm) acesso em 10 jan. 2015.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf) acesso em 12 jan. 2015. 82p.
- JARDIM, M.A.G.; STEWART, P.J. Aspectos da produção extrativista de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. **Boletim Mes. Pará Emílio Goeldi**, série Botânica, v. 12, n. 1, p.137-144. 1994.
- KABACZNIK, A. **Aproveitamento energético do caroço do açaí (*Euterpe oleracea*) para fins industriais**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química, UFPA: Belém, 1999.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Flórida: CRC Press, 1992. 365p.
- LIRA, Ana Claudia Silva de. **Lodo de esgoto em plantações de eucalipto: carbono, nitrogênio e aspectos da fotossíntese**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, São Carlos, 2006. p.18-19.
- LOURENÇO, Rivali Salvador. **Utilização de lodo de esgoto aeróbio e calado em florestas**. Embrapa-Pa. dez/97, p.1-3. (Comunicado técnico, 18).
- MATOS, A.P.R.; SILVA, J.P.P.; COSTA, M.C.R., GADIOLI, J.L. Avaliação dos teores de metais pesados em solo e plantas de uma área utilizada para lavagens de peças e deposição de resíduos industriais. In: FERTBIO, Lages, 2004. **Resumos...** Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. (CD).
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A., eds. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: **EMBRAPA Meio Ambiente**, p.109-141, 2000.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólidos e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, L; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A.J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Ed). **Biossólidos na agricultura**. Cap. 12. SABESP, Escola Politécnica, USP, ESALQ-USP / Nupegel, UNESPP – Jaboticabal, São Paulo, p.289-363, 2001.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso agrícola do biossólidos e as propriedades do solo. In: **Biossólidos na agricultura**. Cap 12. Sabesp, Escola Politécnica, USP, ESALQ-USP / Nupegel, UNESPP – Jaboticabal, São Paulo, 2004.
- MESSIAS, A. S., et al. **Uso de lodo de esgoto em plantas condimentares e medicinais**. Recife: projeto de pesquisa da Rede FIUC., 2006. 85 p. (cadastro 34644-QUI-004-2006/13E).
- MILLNER, P. D.; LUMSDEN, R. D.; LEWIS, J. A. Controlling plant disease with sludge compost. **Biocycle**, v.53, p. 50-52, 1982.
- NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. Viçosa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 385-392, 2004.
- OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Mobilidade de metais pesados em um latossolo amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.4, p.807-812, 2001.
- OLIVEIRA, Maria do Socorro Padilha; CARVALHO, José Edmar; NASCIMENTO, Valnice Maria Oliveira; MÜLLER, Carlos Hans. **Cultivo do açazeiro para produção de frutos**. Belém, Embrapa-AP, v.26, p 1-18, 2002.

PEDROZA, J.P.; HAANDEL, A.C. VAN.; B.; NAPOLEÃO, E. de M. Production and components of herbaceous cotton as a function of application of biosolids. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7 n.3, p.483-488 Set-Dez 2003.

PIRES, A.M.M. ; MATTIAZZO, M.E. Condicionamento de biossólidos e disponibilidade de Cu e Zn para arroz. **Scientia Agrícola**, v.60, n1, p. 161-166, 2003.

PIRES, A.M.M. **Lodo de esgoto**. AMBIENTEBRASIL. EMBRAPA Meio Ambiente, 2005.p.1-2.

POLGLASE, P.J. ; MYERS, B.J. Tree plantations for recycling effluent and biosolids in Austrália. In: Eldridge, K.G., ed. Environmental management: the role of eucalypts and other fast cropping species: **Proceedings...**Collingwood, CSIRSO, 1996. p.100-109.

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI. A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico-FUNDAG, 1997. p. 31. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRINHO, V. S.; MELO, W. J.; MELO, G. M. P.; MELO, V. P.; BERTIPAGLIA, L. A. Teores totais de metais pesados em latossolo cultivado com girassol em função da aplicação de biossólido. In: FERTBIO, Lages, 2004. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Anais...** CD-ROOM, 2004.

RODRIGUES, Francisco; CAVINATTO, Vilma Maria. Lixo: de onde vem?para onde vai?. 2. ed, São Paulo: Moderna, 2003.

ROSS, S. M. Source and forms of potentially toxic metals in soil plant systems. In: ROSS, S. M. (ed.). **Trace Metal Sins**, p. 3-25, 1994.

SELIVANOVSKAYA, S. Y.; LATYPOVA, V. Z.; KIYAMOVA, S. N.; ALIMOVA, F. K.; Use of microbial parameters to assess treatment methods of municipal sewage sludge applied to grey forest soils of Tatarstan. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 86, p. 145-153, 2001.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Utilização do lodo de esgoto como fonte de fósforo e nitrogênio para milho. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROOM.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.487-495, 2002.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C. Extração e fitodisponibilidade de metais em resposta à adição de lodo de esgoto no solo. **Scientia Agrícola**, v.59, p. 555-563, 2002.

SIMS, J. L.; PATRICK, W.H. J. R. The distribution of micronutrients cations in soil under conditions of varying redox potencial and pH. **Soil Science Society of American Journal**, v.42, p.259-262, 1986.

SOUZA, J.N.S. de. **Caractérisation et quantification des anthocyanines du fruit de l'açayer (Euterpe oleracea)**. Mémoire de DEA en Sciences et Technologie des Aliments, Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 2000, p. 72.

TANGHE, C. **Etude de la composition de jus de différents palmiers açai (Euterpe oleracea Mart.) de l'estuaire amazonien**. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 1999, p.73.

TILLER, L. D.; McBRIDE, M. B. Mobility and extractability of cadmium, copper, nickel and zinc in organic mineral soils columns. **Soil Science**, v. 134, p. 198-205, 2004.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. (Ed) **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. cap. 4, p. 69-106.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J. B.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W.J.; MARQUES, M. O. eds. **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo, SABESP, 2001. 468p.

VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; BERTON, R.S.; GODOY JUNIOR, G.; CEMBRANELLI, M. de A.R. Aplicação de biossólido na implantação da cultura da pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 131- 135, Jan-Mar 2004.

VIDOR, C. Descarte de lodo de estações de tratamento de efluentes domésticos no solo. In: TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. (Ed.) **Manejo racional de resíduos no solo**. Porto Alegre: DS/UFRGS, p. 128-150, 1999.

VIEIRA, R. F.; TANAKA, R. T.; TSAI, M. S., PEREZ, D. V.; SOUSA SILVA, C. M. M. Disponibilidade de nutrientes no solo, qualidade de grãos e produtividade da soja em solo adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, n. 9, 2005.