



Caracterização e reaproveitamento do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes de uma indústria de derivados de milho **Juliana Guerra Sgorlon¹, Gabriela Romero Salgado¹, Maria Carolina Sérgio Gomes¹, Graciana Palioto¹, Maraisa Lopes Menezes¹.**

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (julianasgorlon@utfpr.edu.br, gabi_ui@hotmail.com, mariagomes@utfpr.edu.br, graciana@utfpr.edu.br, maraisal@utfpr.edu.br)

Resumo

O lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes (ETE's) das indústrias, geralmente não possuem valor agregado, sendo sua disposição final muitas vezes um problema para as empresas. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização do lodo industrial gerado em uma indústria de derivados de milho, e seu reaproveitamento como adubo agrícola para plantação de hortaliças. Os resultados obtidos mostraram que o lodo enquadrou-se nas exigências estabelecidas pela legislação vigente para aplicação no solo. A confirmação da sua eficiência foi realizada por meio da medição e pesagem das culturas cultivadas em diferentes proporções de mistura solo-lodo e solo-adubo orgânico comercial e em solo sem nenhum fertilizante, após 20 dias de cultivo. Foi possível concluir que a proporção de mistura contendo 10% de lodo e 90% de solo foi a mais eficiente, proporcionando os maiores crescimentos em altura e massa nas plantas cultivadas.

Palavras-chave: Lodo industrial. Reaproveitamento. Solo agrícola.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

Characterization and reuse sludge generated in the treatment plant effluent of a corn derivatives industry

Abstract

The sludge generated in wastewater treatment plants (STPs) industries generally have no value, and its final disposition often a problem for businesses. This study aimed to characterize the industrial sludge generated in a corn derivatives industry, and its reuse as agricultural fertilizer for planting vegetables. The results showed that the sludge is framed on the requirements established by law applied to the soil. Confirmation of efficiency was performed by measurement and weighing of crops cultivated in different soil-sludge mixing ratios and commercial organic fertilizer and soil-soil without any fertilizer after 20 days of cultivation. It can be concluded that the proportion of mixture containing 10% silt and 90% soil was the most effective, providing the highest increases in height and weight in crop plants.

Key words: Industrial Sludge. Reuse. Agricultural soil.

Theme Area: Solid Waste

1 Introdução

O crescimento das demandas da sociedade por melhores condições ambientais tem exigido das empresas públicas e privadas a definição de políticas ambientais mais avançadas,



que geralmente iniciam pelo tratamento dos efluentes, pois, em grande maioria, as empresas realizam o descarte de forma incorreta (ANDREOLI; PEGORINI, 1998).

A disposição final adequada do lodo é uma etapa problemática no processo operacional de uma ETE, pois seu planejamento tem sido negligenciado e apresenta alto custo. Em sua maioria, lodos são depositados em locais inadequados, provocando impactos ambientais significativos. Essas informações contribuem com o aumento da tendência de buscar aplicações para o resíduo, visando apresentar um reaproveitamento do lodo de forma sustentável e, ainda, agregando valor para o mesmo (BETTIOL; CAMARGO, 2014).

O uso agrícola do lodo de esgoto foi pesquisado no mundo todo, mais de 50.000 artigos científicos sobre o assunto já foram publicados, e nenhum efeito adverso do uso controlado do insumo foi encontrado. Porém, o biossólido, além de ser fonte de materiais orgânicos e nutrientes, contribui, também, para a contaminação do solo com metais pesados (ANDREOLI; PEGORINI, 1998). Entretanto a composição mineral e orgânica do lodo faz deste resíduo um condicionador de solo com propriedades semelhantes aos demais resíduos usados na agricultura. Portanto, em termos de resposta agrônômica, o lodo pode ser aplicado com bons resultados à maioria das culturas. No Brasil a Norma Técnica P4.230 (CETESB, 1999) dispõe sobre algumas das características e limites de contaminantes em lodos para aplicação agrícola.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar o lodo, proveniente de uma estação de tratamento de efluentes de uma indústria de derivados de milho, a fim de verificar se o mesmo enquadra-se nos padrões exigidos pela legislação para aplicação de biossólidos na agricultura e seu posterior reaproveitamento como adubo em solo agrícola para plantação de culturas.

2 Materiais e Métodos

2.1 Coleta da amostra

O resíduo utilizado no presente estudo foi coletado do reator UASB (lodo anaeróbio) da estação de tratamento de efluentes (ETE) da Caramuru Alimentos localizada em Apucarana/PR. O lodo foi coletado e acondicionado em recipientes plásticos e, posteriormente, levado para o Laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2.2 Caracterização do lodo

A caracterização do resíduo utilizado no presente trabalho foi realizada por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas conforme metodologias apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Metodologias utilizadas na caracterização do lodo

Análise	Metodologia
PH	Norma ABNT NBR 10.005 (ABNT, 2004).
Densidade	Determinada via picnômetro.
Sólidos Totais (ST), Sólidos suspensos totais (SST), Sólidos suspensos fixos (SSF), Sólidos suspensos voláteis (SSV)	Standard Methods (APHA, 1998)
Umidade, matéria orgânica, cinzas e carbono orgânico	Kiehl (1985).
Nitrogênio Kjeldahl (macronutriente)	Instituto Adolf Lutz (1985)
Fósforo (macronutriente)	Método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico MAPA (2013).
Coliformes Termotolerantes	Técnica da membrana filtrante descrita pela Norma Técnica L5.221 (CETESB, 1984).
Determinação de metais (micronutrientes)	A concentração de metais totais foi realizada em um Espectrômetro de Absorção Atômica (Thermosystem serie iCE



3000), após realização da digestão ácida de acordo com a metodologia descrita em USEPA (1989).
--

2.3 Aplicação do lodo no solo e cultivo

Após a caracterização do lodo, deu-se o processo de aplicação no solo e cultivo. A cultura escolhida foi a planta *Eruca Sativa* (rúcula), uma hortaliça folhosa da família Brassicaceae, apresentando porte baixo e folhas tenras. Foi escolhido essa cultura devido a facilidade de cultivo, por possuir rápido crescimento, intensa produção e viabilidade econômica. Porém, este tipo de produção fica restrito apenas para quantificar a eficácia do lodo como fertilizante, por meio do crescimento e massa das plantas.

O plantio de rúcula foi executado em terra vegetal, com proporções (m/m) de 3%, 5%, 10% e 20% de lodo. O plantio foi feito em triplicata, sendo plantadas 3 sementes em cada triplicata, totalizando 9 sementes para cada proporção de lodo. Como contraprova, a mesma cultura foi plantada em terra vegetal sem nenhuma adubação, e também, terra vegetal com adubo orgânico comercial da marca Vitaplan (composto por farinha de osso e mamona com 2% de nitrogênio total e 8% de fósforo), nas proporções de 3%, 5%, 10% e 20% de adubo, para posterior comparação. As amostras foram cultivadas nas mesmas condições, em temperatura ambiente, com exposição à luz solar por aproximadamente 8h por dia, e aguadas uma vez ao dia.

Após 20 dias de plantio as mudas foram colhidas, possibilitando obter a altura da parte aérea da mesma, a quantidade de folhas e a massa em balança analítica. Em seguida, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel, para proteger contra possíveis queimaduras, e colocadas em estufa a 60°C por 12 horas. Em seguida, a massa seca foi determinada.

Testes estatísticos como análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey foram realizadas nos resultados para detectar a diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as médias dos tratamentos.

3 Resultados e Discussões

3.1 pH e densidade

A Tabela 2 apresenta os valores médios de pH e densidade do lodo estudado.

Tabela 2 - pH e densidade do lodo

Análise	Valor médio	± Desvio
pH	6,20	±0,1
Densidade (g.mL ⁻¹)	1,0076	±0,1

O valor de pH do lodo foi inferior ao máximo estipulado pela Norma Técnica P4.230 (CETESB, 1999), segundo a qual, o pH de lodos utilizados como adubo em plantações não devem estar abaixo de 7,0. Já a densidade do lodo foi de 1,0076g.ml⁻¹. Essa grandeza é de grande importância, pois relaciona a massa e o volume do resíduo, o que auxiliou posteriormente a aferição da massa de lodo, pois o mesmo encontrava-se muito líquido.

3.2 Sólidos suspensos

A Tabela 3 apresenta os resultados da série de sólidos presentes do lodo.

Tabela 3 – Resultados obtidos nas análises da série de sólidos

Análise	Composição (mg.ml ⁻¹)	(%)
Sólidos Totais	29,39	1,36
Sólidos Suspensos Totais (SST)	27,35	1,27
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	8,40	0,39
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	18,95	0,88



Observa-se na Tabela 3 que o lodo analisado apresenta uma baixa porcentagem de sólidos totais, cerca 1,36%. Segundo ASCE (1996), um lodo com teor de sólidos entre 0 e 5% é considerado um lodo líquido.

Segundo Sperling e Gonçalves (2001), o lodo de esgoto caracteriza-se como uma suspensão de sólidos orgânicos e em menor proporção, inorgânicos, de concentração média variando entre 1 e 5%, cuja composição e quantidade dependem da constituição do esgoto e dos processos de tratamento empregados. O teor de SST para o lodo em estudo foi de 1,27%, o mesmo também apresentou valores superiores para os SSV (orgânicos) em comparação com os SSF (inorgânicos) como descritos pelos autores supracitados.

De acordo com Piveli (2015), os níveis de sólidos em suspensão estão diretamente associados à turbidez, enquanto as concentrações de sólidos dissolvidos estão associadas à cor. Os sólidos orgânicos são denominados voláteis e os sólidos minerais em fixos, ambos os compostos são responsáveis em produzir odor característico do lodo. Ainda segundo o autor, algumas frações de sólidos podem ser inter-relacionadas, produzindo informações importantes. É o caso da relação SSV/SST que representa o grau de mineralização de lodos, para o qual o valor de SSV/SST igual a 1,0 representa a mineralização total da matéria orgânica.

A relação de SSV/SST para o lodo em estudo foi de 0,69, o que permite constatar que o lodo apresenta um alto grau de mineralização. A mineralização é um processo imprescindível para que os nutrientes presentes no lodo se tornem disponíveis para as plantas no solo, no qual uma substância orgânica pode ser convertida em uma substância inorgânica.

3.3 Umidade, matéria orgânica, resíduo mineral e carbono orgânico

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos nas análises de umidade, matéria orgânica total, resíduo mineral e carbono orgânico.

Tabela 4 - Resultados obtidos nas análises de umidade, matéria orgânica total, resíduo mineral e carbono orgânico

Análise	Composição (%)
Umidade	98,64
Matéria Orgânica Total	77,92
Resíduo Mineral	22,75
Carbono Orgânico	43,29

Com relação aos parâmetros apresentados na Tabela 4, observa-se uma elevada umidade no lodo (98%). Não há relatos sobre a influência da umidade em relação as características benéficas do lodo, porém, a diminuição do teor de umidade implica na diminuição de custos de transporte do biossólido, agregando valor ao produto e aumentando o atrativo de uso pelos agricultores (MARCON, 2014). Portanto, uma diminuição desta umidade em leitos de secagem seria uma alternativa viável para uma posterior aplicabilidade e transporte do lodo.

Ainda de acordo com a Tabela 4, o lodo apresentou um teor de matéria orgânica total de 77%, e resíduo mineral de 22%. Ambos os valores já eram esperados visto que o lodo é proveniente do tratamento anaeróbico de efluentes de uma indústria de derivados do milho.

A composição de carbono orgânico, de 42%, é de suma importância para o crescimento da planta, sendo que 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico é constituída pelas substâncias húmicas. Tais substâncias têm capacidade de interagir com argilas e alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo papel importante na fertilidade e estrutura do mesmo, além de imobilizar metais pesados e pesticidas e atuar como fatores de crescimento de brotos e raízes (SANTOS; LACERDA; ZINN, 2013).



3.4 Nitrogênio kjeldahl e fósforo (macronutrientes)

A Tabela 5 apresenta os resultados médios obtidos para as análises de nitrogênio kjeldahl e fósforo total presentes no lodo.

Tabela 5 – Teores de Nitrogênio kjeldahl e fósforo presentes no lodo

Análise	Valor médio± desvio
Nitrogênio kjeldahl(%)	6,86± 0,17
Fósforo (%)	0,15 ± 0,01

Por meio da Tabela 5 observa-se que o teor médio de nitrogênio presente no lodo foi de 6,86%, representando cerca de 68,6g de nitrogênio por kg de lodo ($68,6 \text{ g.kg}^{-1}$), valor esse muito superior ao teor de nitrogênio presente em adubos orgânicos comerciais que é de 2% (20 g.kg^{-1}). Para Benckiser e Simarmata (1994) concentrações totais de nitrogênio da ordem de 0-30 g.kg^{-1} do biossólido são consideradas baixas, enquanto que concentrações de 70-100 g.kg^{-1} desse elemento são classificadas como altas. Portanto, observa-se que o teor médio de nitrogênio presente no lodo estudado, está numa faixa ótima de acordo com os autores supracitados.

O fósforo na forma de P_2O_5 , apresentou um teor de 0,15% no lodo, ou seja, cerca de 1,5 g.kg^{-1} . Benckiser e Simarmata (1994), relataram que concentrações totais de fósforo da ordem de 0-4,5 g.Kg^{-1} no biossólido são consideradas baixas, enquanto que concentrações de 6,8 – 17,5 g.Kg^{-1} desse elemento são consideradas altas. Portanto, o lodo analisado apresenta baixo teor de fósforo considerando-se os padrões da literatura, entretanto, segundo Oliveira *et.al.* (1999), uma grande porção dos solos das regiões tropicais e subtropicais, como é o caso do solo utilizado, também é caracterizada pela baixa disponibilidade de fósforo.

3.5 Coliformes termotolerantes

A densidade de coliformes fecais determinadas por meio da técnica da membrana filtrante é expressa como número de colônias de coliformes fecais por 100 mL. Os resultados dessa análise estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Densidade de coliformes termotolerantes encontrados no lodo estudado

Unidades Formadoras de Colônias por 100 mL de filtrado.	Limite de Unidades Formadoras de Colônias por 100 mL de filtrado (CETESB, 1999)	
Amostra	$3,3 \times 10^4 \pm 0,1 \times 10^4$	2×10^6

Conforme a Norma Técnica P 4.230 (CETESB, 1999) o lodo analisado enquadra-se na Classe B, quando a densidade de coliformes fecais é inferior ao permitido de 2×10^6 Unidades Formadoras de Colônia por 100 mL de filtrado. O enquadramento na Classe B faz do lodo um biossólido com exigências de aplicação no solo, tais como: a) evitar a aplicação manual e a realização de cultivo, por um período de 30 dias após a aplicação. Caso este tipo de operação não possa ser evitado, os trabalhadores deverão utilizar equipamentos de proteção adequados; b) não cultivar, por um período de 14 meses após a aplicação, alimentos cuja parte consumida toque o lodo (melões, pepinos, hortaliças, etc.) e c) não poderão ser cultivados na área alimentos cuja parte consumida fique abaixo da superfície do solo (batatas, cenouras, rabanetes, etc.) por um período de 38 meses após a aplicação (CETESB, 1999).

3.6 Determinação de metais (micronutrientes)

As concentrações médias de metais (micronutrientes) presentes nas amostras previamente digerida do lodo estão presentes na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentrações de metais obtidas no lodo



Metal	Concentração (mg/L)	Desvio	Concentração (mg.kg ⁻¹)	Concentração máxima permitida no lodo (mg.kg ⁻¹) CETESB (1999)
Cobre	0,31	± 0,0002	0,31	4300
Chumbo	0,06	± 0,001	0,05	840
Cromo	0,53	± 0,01	0,53	-
Ferro	185,56	± 10,00	184,16	-
Zinco	3,46	± 0,1	3,43	7500

Comparando as concentrações obtidas no lodo com as concentrações máximas permitidas por CETESB (1999), pode-se verificar que a amostra analisada está dentro dos padrões exigidos para disposição do resíduo em solo agrícola.

Dentre os metais detectados na presente análise, destacaram-se as concentrações de ferro (184,16 mg/kg) e zinco (3,43 mg/kg). O ferro não apresenta nenhuma restrição em relação a concentrações máximas de aplicação no solo, porém de acordo com Cunha (2014), o ferro é um elemento essencial na formação da molécula de clorofila, fazendo parte integrante de todo o processo de conversão de energia luminosa em alimento para a planta. É também essencial para os processos de assimilação de enxofre e nitrogênio.

O zinco apresentou uma concentração considerável no lodo analisado, dentro das concentrações máximas estabelecidas, apresentando vantagens da aplicação do lodo no solo, pois, segundo Jamamii *et al.* (2006), o mesmo é essencial para diferentes sistemas enzimáticos da planta, controlando a produção de importantes reguladores de crescimento. A sua função básica está relacionada ao metabolismo de carboidratos, proteínas, fosfatos e, também, à formação de auxinas, RNA (ácido desoxiribonucleico) e ribossomos. O zinco ainda participa na formação da clorofila e ajuda a prevenir a destruição dessa mesma molécula (CUNHA, 2014).

3.7 Aplicação no solo e cultivo

Após o período de cultivo, as mudas foram colhidas e tiveram suas massas determinadas antes e depois de irem para uma estufa de secagem. Ao fim do experimento não apresentaram germinação as sementes que foram cultivadas somente com terra vegetal (sem adubação). Os valores das massas das mudas germinadas estão apresentados na Tabela 8.

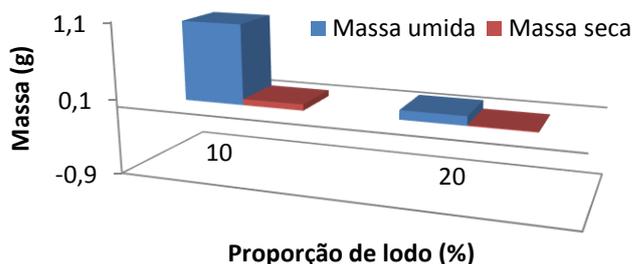
Tabela 8 - Valores da massa úmida e seca das mudas cultivadas nas misturas, solo-lodo e solo-adubo orgânico.

	Massa úmida (g)	Média± Desvio	Massa seca (g)	Média± Desvio
3% Adubo orgânico A	0,0140	-	0,0019	-
10% Adubo orgânico A	0,0959	-	0,0092	-
3% Lodo	0,1500	-	0,0122	-
10%Lodo A	1,0143	1,0565 ± 0,06	0,0767	0,0809±0,007
10%Lodo B	1,1490		0,0906	
10%Lodo C	1,0063		0,0753	
20%Lodo A	0,1555	0,1208± 0,02	0,0137	0,0098± 0,003
20%Lodo B	0,0945		0,0075	
20%Lodo C	0,1125		0,0081	

Por meio da Tabela 7 foi possível verificar que somente as sementes que foram cultivadas com as proporções de 10% e 20% de lodo em terra vegetal conseguiram germinar e apresentar um significativo ganho de massa. Por meio dos resultados da Tabela 8 foi possível plotar o gráfico da Figura 1. Foram representados apenas os valores médios das proporções de 10 e 20% de mistura solo-lodo, pois foram as que obtiveram resultados mais significativos no crescimento de mudas.



Figura 1 – Massa das mudas germinadas



Por meio da Figura 1 pode-se verificar que a mistura solo-lodo 10% proporcionou o maior crescimento das plantas, com uma massa seca produzida 8 vezes maior do que na mistura solo-lodo 20%.

Por meio dos resultados da análise de variância (ANOVA), referente as massas secas das mudas cultivadas com 10% e 20% de lodo, pode-se verificar com 95% de confiança que existem diferenças significativas entre as médias dos valores de massa seca das mudas cultivadas com 10 e 20% de lodo, pois o Pvalor dos tratamentos (0,000174) foi menor do que α (Pvalor < 0,05), a um nível de 5% de probabilidade. Com isso, pode-se confirmar estatisticamente que a massa seca das mudas cultivadas com 20% de lodo foi inferior e significativamente diferente das massas das mudas cultivadas com 10% de lodo. Ou seja, por hora, a utilização de lodo na proporção de 10% (m/m) ocasionou um maior crescimento das mudas.

A massa das mudas está diretamente relacionada com a quantidade de mudas e de folhas que brotaram nas diferentes proporções de mistura, e também com a altura das mesmas como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Apresenta a quantidade de mudas, folhas e altura das mesmas em cada proporção de mistura.

Proporções	Quantidade de Mudas	Quantidade de Folhas	Média± Desvio	Altura (cm)	Média± Desvio
10%Lodo A	3	4,3		8,17	
10%Lodo B	3	4,3	4,3	7,67	8,17± 0,33
10%Lodo C	3	4,3		8,67	
20%Lodo A	1	4		5,5	
20%Lodo B	1	4	3,67± 0,4	4,5	4,25± 1,16
20%Lodo C	2	3		2,75	

Novamente, foi possível constatar que as plantas cultivadas com 10% de lodo apresentaram maior quantidade de folhas e obtiveram um crescimento muito superior em relação ao outro cultivo. A análise de variância (ANOVA) referente às alturas das mudas cultivadas com 10% e 20% de lodo, mostrou com 95% de confiança que existem diferenças significativas entre as médias dos valores de altura das mudas cultivadas com 10 e 20% de lodo (Pvalor < 0,05). Com isso, pode-se confirmar estatisticamente que a altura das mudas cultivadas com 20% de lodo também foi inferior e significativamente diferente da altura das mudas cultivadas com 10% de lodo.

4 Conclusão

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que o lodo estudado encontra-se dentro dos padrões para aplicação no solo como fonte de nutrientes, destacando-se pelo elevado teor de nitrogênio, zinco e ferro em sua composição. Observou-se que a utilização de uma mistura de 10% de lodo e 90% de solo mostrou-se a mais promissora para o cultivo da hortaliça Eruca



Sativa (rúcula), devido ao elevado crescimento e ganho de massa proporcionado as plantas cultivadas em solo com essa proporção.

Com isso, foi possível concluir que o lodo da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de derivados do milho é um resíduo passível de ser utilizado como fertilizante e condicionador de solo para a plantação de culturas, não apresentando riscos de contaminação ao ambiente, quando aplicado ao solo, nem riscos de contaminação para os consumidores.

5 Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.005**: Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- ANDREOLI, Cleverson V.; PEGORINI, Eduardo. **S. Proposta de roteiro para elaboração de planos de distribuição de lodo**. Curitiba: Sanepar, 1998.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Baltimore, Maryland., 19ed., 1995 e Washington D.C., 20ed, 1998.
- ASCE – AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Management of water treatment plant residuals technology transfer handbook**. New York; Denver, CO: American Society of Civil Engineers: American Water Works Association, 1996.
- BENCKISER, G. & SIMARMATA, T. **Environmental impact of fertilizing soils by using sewage and animal wastes**. FertilizerResearch. v. 37, p. 1-22, 1994.
- BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio A. **A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/BettiolCamargol_Disposicao_wx5eo0a2ndx3hr620.pdf> Acesso em: Maio de 2014.
- CETESB. **NORMA TÉCNICA L5.221**. Coliformes fecais – determinação pela técnica de membrana filtrante: método de ensaio. São Paulo, 1984.
- CETESB. **NORMA TÉCNICA P4.230**. Aplicação de lodos sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critério para projeção e operação: manual técnico. São Paulo, 1999. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/normas/pdf/P4230.pdf> Acesso em Maio de 2014.
- CUNHA, João. **Manual de solos e fertilização**. 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/manual-solo-e-fertilizantes>>. Acesso em: Maio de 2015.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica – CERES, 1985.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos**. 3a edição. São Paulo: Editora Débora D. Estrella Rebocho, 1985.
- JAMAMII, N; BULL, L. T.; CORRÊA, J. C.; RODRIGUES, J. D.. **Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo**. Maringá, Acta. Sci.Agron. v. 28, n.1, p.99105, Jan./Marc, 2006.
- MARCON, M. K. F. **Viabilidade econômica da utilização agrícola do biossólido da Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL) ouro verde**. Cascavel, 2014.
- PIVELI, Roque Passos. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos**. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf>> Acesso em Maio de 2015.
- SANTOS, L.L.; LACERDA, J.J.J.; ZINN, Y.L.. **Participação de substâncias húmicas em solos brasileiros**. R. Bras. Ci. Solo, Lavras, v 37, p. 955-968, 2013.