

III-106 – FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NO BRASIL: POTENCIAL DE USO DE RESÍDUOS AGROSSILVOPASTORIS E A LOGÍSTICA DO SETOR

Joice Viviane de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ). Doutoranda em Processos Químicos e Bioquímicos pela EQ/UFRJ. Servidora pública municipal vinculada ao Município de Ijuí/RS – Poder Executivo. Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI).

Estevão Freire⁽²⁾

Professor Adjunto, vinculado ao Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ). Engenheiro químico graduado pela EQ/UFRJ. Mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano/UFRJ. Doutor em Engenharia pelo Programa de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

José Carlos Polidoro⁽³⁾

Engenheiro agrônomo graduado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Microbiologia Agrícola pela UFV. Doutor em Ciência do Solo pela Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Chefe Geral da Embrapa Solos.

Endereço⁽¹⁾: Rua Tiradentes, 231, apto 806 – Centro – Ijuí – RS. CEP: 98700-000 – Brasil – Tel: +55 (55) 98423-4266 – e-mail: joice.eq@gmail.com

RESUMO

O Brasil é um país imponente no agronegócio e mantém uma tendência de crescimento no setor. Para que este cenário positivo fosse alcançado, considerando a qualidade do solo brasileiro, o uso de fertilizantes demonstrou-se como importante aliado no aumento da produtividade agrícola ao longo dos anos. No entanto, a produção de fertilizantes minerais no Brasil não supre a demanda interna, tornando-o vulnerável e dependente do mercado externo.

A fabricação e comercialização de Fertilizantes Organominerais (FOM's) têm tomado espaço no mercado brasileiro, frente ao *déficit* da balança de importação e exportação do fertilizante mineral. Soma-se a isto, a necessidade da destinação correta dos resíduos agrossilvopastoris imposta claramente pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12305/2010). A geração desta tipologia de resíduos no Brasil é bastante relevante e distribuída geograficamente pelos estados brasileiros, haja vista que são oriundos de diferentes fontes geradoras, que vão desde o produtor rural até a indústria. Destacam-se neste trabalho os resíduos da cadeia da cana de açúcar, produção de celulose e pecuária.

Identifica-se que os estados da região Sul e Centro Oeste apresentam grande potencial estratégico e logístico para a produção e distribuição dos FOM's, seguido da região Sudeste.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizante, Organomineral, Resíduo Orgânico, Agronegócio

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma forte vocação para o agronegócio, setor que tem representado, conforme média histórica de 1995 – 2015, percentuais que variam de cerca de 20 a 24% do Produto Interno Bruto (CEPEA, 2015). A média histórica aponta que, entre 2005/06 a 2015/16, a área plantada no Brasil com os cinco principais grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) variou de 45.317 mil hectares a 55.691 mil hectares (MAPA, 2015). Ao considerar outros grãos (algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, girassol, mamona, sorgo e triticale), observa-se que a área plantada em 2015 foi de 57.332 mil hectares com produção de 200.682 mil toneladas (MAPA, 2015). As projeções do mercado indicam crescimento de 29,4% na produção e 14,8% na área de plantio, entre 2015/15 a 2024/25. Este dado pode estar vinculado com a melhoria das práticas de manejo por parte do agricultor e a utilização da fertilização adequada do solo, como ferramenta para absorção de nutrientes pelo solo e planta, retenção de água e outros fatores importantes para o

desenvolvimento do grão (Mthimkhulu et al., 2016; Xin et al., 2016; Wei et al., 2016; Sarmadi et al., 2016; Fang, 2016).

Boa parte dos solos brasileiros cultiváveis apresentam fertilidade que varia de “Muito Baixa” a “Baixa”, (FRANCO, 2009). O manejo da fertilidade do solo, com o uso eficiente de corretivos e fertilizantes promove o aumento da produção e produtividade das culturas. O aumento no consumo de fertilizantes, bem como o seu uso mais eficiente, ocorrido no Brasil nos últimos anos é um fator relevante para o aumento da produção e produtividade da maioria das culturas, em especial as *commodities* de exportação (Lopes et al, 2007).

Em relação ao mercado interno, o Brasil tem uma produção considerável de fertilizantes fosfatados e nitrogenados; entretanto, não supre a sua demanda. A importação representa 43% de fosfatados e 76% de nitrogenados consumidos no Brasil, considerando os dados de 2010. A situação mais crítica é visualizada nos fertilizantes potássicos, uma vez que a parcela do importado representa o equivalente a aproximadamente 71% do consumo (FIESP, 2012). Entre janeiro e novembro de 2015 foram entregues ao mercado brasileiro 30.201.993 toneladas de fertilizantes (ANDA, 2015), sendo que a produção nacional no mesmo período foi de 9.115.260 t e a importação de fertilizantes intermediários resultou em 21.087.299t.

Neste cenário desfavorável, os Fertilizantes Organominerais (FOM) apresentam-se como alternativa aos fertilizantes minerais. Os FOM's tem demonstrado bom desempenho em aplicações e podem impactar positivamente no futuro da agricultura. (Epule et al., 2015; Zhang et al., 2015; Yang et al, 2015; Biau et al, 2012; Nölvak, 2016). A parcela orgânica deste produto pode ter origem em resíduos que seriam descartados, como os dejetos de animais e rejeitos de algumas culturas, como cana de açúcar.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi estabelecida através da Lei Federal 12.305 de 02 de agosto de 2010. Ficou evidenciada a obrigatoriedade do gerador promover o descarte adequado dos resíduos produzidos em suas atividades. A responsabilidade é extensiva às atividades agrossilvopastoris, as quais tem uma importante contribuição no volume de resíduos gerados diariamente no país. Destaca-se que o uso de resíduos orgânicos, resultado de práticas agrícolas e criação de animais, como fertilizantes é uma proposta de destinação adequada, agregando valor ao nutriente que seria descartado. É imprescindível e legalmente necessário que a propriedade rural apresente um gerenciamento de resíduos adequado, bem como, pode gerar renda ao produtor, através da produção de fertilizantes.

Diante do cenário exposto, este trabalho tem por objetivo indicar a distribuição geográfica no Brasil dos geradores das principais matérias primas utilizadas para fertilizantes organominerais (FOM's), das empresas produtoras registradas e a localização do consumidor final (agricultura). Estas informações tornam-se relevantes na medida em que permitem conhecer a movimentação geográfica do setor, tornando esta pesquisa uma ferramenta para decisões estratégicas para produção de FOM's e a gestão dos resíduos agrossilvopastoris.

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo identificar a produção de Fertilizantes Organominerais, considerando a geração de matéria prima (resíduos agrícolas), produção e consumidor final no Brasil (agricultura).

METODOLOGIA UTILIZADA

LEVANTAMENTO DE DADOS

Para identificação dos produtores de fertilizantes organominerais no Brasil, fez-se uma busca através dos dados públicos disponibilizados pelo MAPA, buscando também o número de produtos registrados.

Para a coleta dos dados de quantidades produzidas no país, foram utilizadas informações publicadas pela Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA). Os relatórios desta instituição também serviram como fonte para verificação das principais matérias primas utilizadas para produção de fertilizantes orgânicos, que dão base para a produção de FOM's.

IDENTIFICAÇÃO DAS ETAPAS DA LOGÍSTICA

Para o estudo foram consideradas as seguintes etapas: i) Fabricação e/ou Geração de Matéria Prima de Base Orgânica; ii) Fabricação de Fertilizantes Minerais; iii) Fabricação de Fertilizantes Organominerais; iv) Consumidor Final.

As etapas foram reduzidas aos processos principais que fazem parte da cadeia produtiva e de uso de FOM's. A etapa de fabricação de fertilizantes minerais não será detalhado neste artigo, visto que não é foco principal de análise. Observou-se a localização geográfica em território nacional dos geradores de matéria prima e consumidores (agricultura), bem como o comportamento da indústria produtora de FOM relativo aos dados de registro do setor.

RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

RESULTADOS OBTIDOS

PRINCIPAIS MATÉRIAS PRIMAS DE BASE ORGÂNICA UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE FOM'S

O Plano de Biomassa (MENDES & GAZIRE, 2012) aponta que as principais matérias primas utilizadas para produção de Fertilizantes Organominerais são os resíduos da produção de cana de açúcar, rejeitos da pecuária, resíduos da produção de celulose e a turfa. Em tese, o material de descarte dos processos citados pode ser utilizado para a produção de fertilizantes organominerais, cabendo o tratamento adequado para cada um dos materiais e o ajuste correto na dosagem. A turfa, embora seja um elemento apontado, não será abordado neste artigo, pois não se trata de um resíduo agrossilvopastoris disponível para uso.

Estes resíduos, identificados como matéria prima para a produção de FOM's, são abordados de forma individual nos próximos itens.

CANA DE AÇÚCAR

O ciclo de produção da cana de açúcar e, posteriormente, do álcool, apresenta significativa geração de resíduos com potencial para a obtenção de fertilizantes orgânicos, em especial a vinhaça, torta de filtro e bagaço. No Brasil a estimativa é que no ano de 2014 (safra 2013/2014) a geração de vinhaça tenha sido de 592.940.041 m³, torta de filtro 164.705.567 toneladas e bagaço 171.293.790 toneladas. Observa-se tendência de aumento nestes números para a safra de 2014/2015 (ROSSETTO, 2014; EMBRAPA, 2014).

PECUÁRIA

Os dejetos animais apresentam elevado potencial nutritivo para o solo, são considerados rejeito para os pecuaristas e quando não tratado ou se gerenciado de forma inadequada, esse dejetos pode prejudicar o solo e contaminar as águas. (KONZEN, 2014; LOVATTO, 2014; OLIVEIRA, 1993).

O rebanho brasileiro, composto por animais de pequeno, médio e grande porte, alcançou ao final de 2012 um total de cerca de 218,8 milhões de cabeças de animais de grande porte (bovino, bubalino, equino e asinino), 64,2 milhões de cabeças de animais de médio porte (suíno, caprino e ovino) e 1,2 bilhões de cabeças de animais de pequeno porte (galo, frango(a), galinha) (IBGE, 2012).

CELULOSE

O processo de produção da celulose gera insumos utilizados para a fabricação de fertilizantes de base orgânica. As cascas de eucalipto e *pinus*, cinza de biomassa, "dregs" (material sólido que apresenta nutrientes como P, Na, Ca, K, Mg, S, Cu e Zn) e "grits" (resíduo sólido da precipitação da reação da cal com o licor verde), lama de cal e lodo da estação de tratamento de efluentes podem ser citados como exemplos. (JUNIOR, 2005), (GOMES, 2011), (SOUZA, 2007). A produção do setor de celulose apresentou um resultado de 13.977 mil

toneladas em 2012 e 15.129 mil toneladas em 2013. Paralelamente, a produção de papel no mesmo período foi de 10.260 mil toneladas e 10.444 mil toneladas, respectivamente. (BRACELPA, 2014).

Dada a produção de celulose em 2013, o país apresenta o potencial de 2.269.350 toneladas de resíduos sólidos, com possibilidades de aplicação em fertilização do solo. Soma-se a esta quantidade a geração de resíduos por parte da indústria de papel. Segundo dados divulgados em estudo sobre os resíduos da produção agrícola (IPEA, 2012), em 2010, a geração de resíduo das indústrias de papel e celulose no ano de 2010 foi estimada em 10.916.640 toneladas em todo o Brasil. O Plano de Biomassa (MENDES & GAZIRE, 2012) deixa claro que toda a cadeia produtiva de celulose e papel são contribuintes de matéria prima para a produção de fertilizantes.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA MATÉRIA PRIMA

A Tabela 1 representa a ordem entre o primeiro e o último estado (UF) com maior quantidade de matéria prima, dentre as destacadas (cana de açúcar, fabricação de celulose e pecuária), considerando a produção de cada item. O estado de São Paulo destaca-se dentre a maioria, sendo o maior produtor de cana de açúcar e resíduos da produção de celulose. Quanto a pecuária, destaca-se a região sul, sendo o Paraná um importante contribuinte. A partir destes dados é possível identificar onde se encontra o maior potencial de matéria prima de origem orgânica no Brasil e comparar com os locais de plantio de grãos (Tabela 02).

Tabela 01. Ordem crescente de quantidade de matéria prima nas regiões e UF's.

Fonte de Matéria	SUDESTE				SUL			CENTRO - OESTE				NORDESTE								NORTE							
Prima Orgânica	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MT	MS	GO	DF	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	RR	RO	AC	AM	AP	PA	TO
Cana de Açúcar	3º	10	16	1º	4º		23	7	5	2º		14	17	21	15	9	8	6	13	11		20	22	19		18	12
Celulose	5	6		1º	3º	4º	8		7	11									2º					10		9	
Pecuária	5	13	16	2º	1º	3º	4º	7	8	6	20	14	19	12	24	17	11	22	21	9	26	15	25	23	27	10	18

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MERCADO CONSUMIDOR

No contexto de FOM's, o consumidor final do produto é o produtor rural que o utiliza como insumo. No Brasil, observa-se que os solos são ácidos e pobres em nutrientes, sendo necessário desenvolver a sua fertilidade e mantê-la, considerando o desgaste existente de uma safra para outra (LOPES, 2004). Para sustentar a produtividade das culturas, faz-se necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos de solo, para eliminar as limitações químicas do solo e atender a demanda das plantas.

O mapa dos solos brasileiros indica que são poucas as áreas com bom potencial agrícola. Esta característica também acompanha a fertilidade que pode ser classificada em "muito baixa", "baixa", "média" e "alta" (MANZATTO, JÚNIOR, & PERES, 2002). Conforme exposto na Tabela 02, em área de plantio e produção de grãos, os três principais estados do Brasil são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. A tabela demonstra a colocação da UF em relação a sua área de plantio e quantidade de produção.

Tabela 02. Ordem das UF's em relação a área de plantio e produção de grãos.

	SUDESTE				SUL			CENTRO - OESTE				NORDESTE								NORTE						
	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MT	MS	GO	DF	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	RR	RO	AC	AM	AP	PA
ÁREA	6	23	25	8	2º	11	3º	1º	5	4º	18	9	10	12	20	17	15	19	16	7	22	14	21	24	26	13
PRODUÇÃO	6	21	25	9	2º	8	3º	1º	5	4º	15	10	12	16	23	20	17	22	14	7	18	13	19	24	26	11

Fonte: Safra 2013/15 (CONAB-MAPA, 2014)

NÚMERO DE PRODUTOS E PRODUTORES DE FOM'S REGISTRADOS NO BRASIL

A pesquisa utilizada para mapear o setor produtivo de fertilizantes no Brasil teve como intuito identificar todos os fabricantes registrados e produtos registrados por UF e foi realizada de 16 a 18 de junho de 2014, através do acesso ao site do MAPA.

Conforme se observa nas Figuras 01 e 02, obteve-se o resultado de 377 empresas registradas como produtores de FOM's no Brasil e 4115 produtos registrados nesta classificação.

São Paulo é o estado com maior número de empresas e produtos registrados, seguido de Paraná e Minas Gerais.

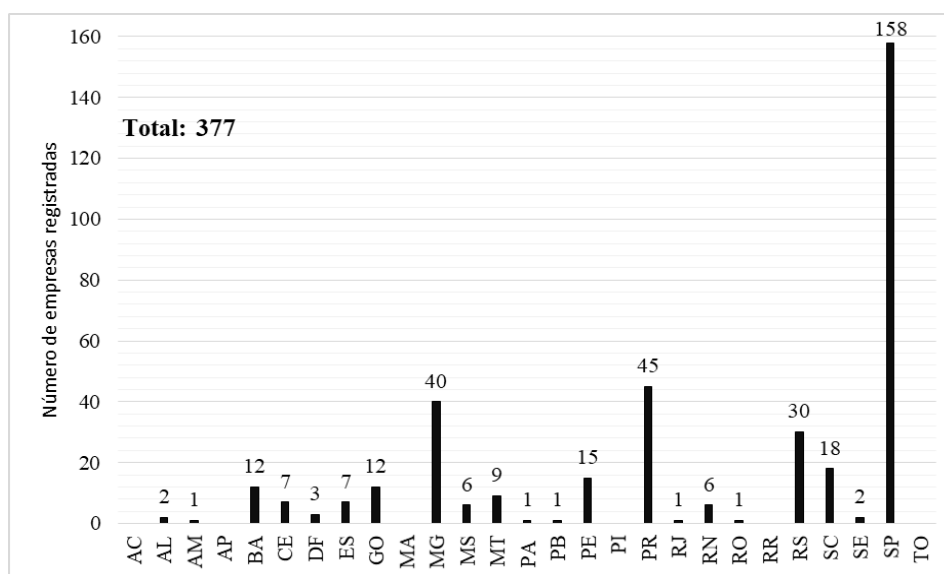


Figura 1: Número de produtores de FOM's registrados no MAPA - Pesquisa por Unidade da Federação.

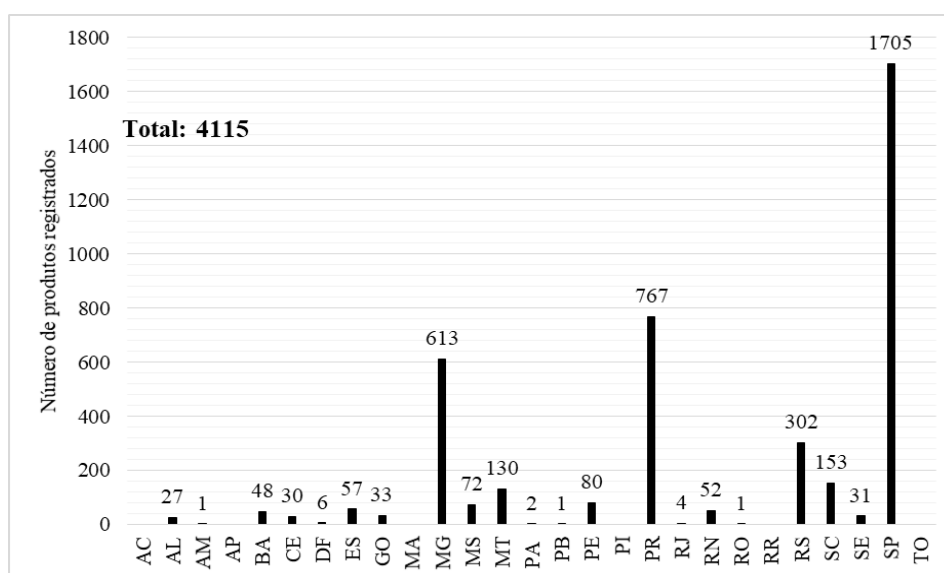


Figura 02: Número de produtos registrados por UF.

AUMENTO NO NÚMERO DE REGISTROS

O crescimento do número de produtos Fertilizantes Organominerais registrados cresceu vertiginosamente entre os anos 2000 e 2013. Segundo os dados do MAPA, em 2000 foram concedidos 7 registros, entre 2001 e 2003 1 registro/ano, enquanto que em 2013 chegou-se a 740 registros novos registros de produtos.

Este cenário confirma a tendência de crescimento do mercado, haja vista o aumento do número de registros de novos produtos.

RESULTADOS ESPERADOS

Com a continuidade da pesquisa, pretende-se atualizar os dados apresentados e, igualmente, identificar qual o potencial em termos de nutrientes que estão disponíveis nestes resíduos apontados.

Espera-se, também, realizar um levantamento quanto a relação de produção e comercialização dos produtores registrados, considerando o local de origem e de possível consumo. A intenção deste estudo é apontar qual o fluxo de produção e venda, em volume e logística de matéria prima (resíduos) e consumo final (agricultura)

CONCLUSÃO

As principais matérias utilizadas para FOM's estudadas neste trabalho foram os resíduos da produção de cana de açúcar e celulose, bem como, rejeitos produzidos na pecuária.

A logística entre a oferta de matéria prima e a demanda pelo consumidor final é um gargalo que deve ser transposto através do fortalecimento e implantação das fábricas próximos dos geradores de resíduos potenciais para o uso em FOM's e dos locais onde a agricultura é desenvolvida ou apresenta potencial de expansão.

Os principais estados brasileiros que apresentam potencial estratégico na área de FOM's, considerando a geração de matéria prima, em especial de origem animal, e mercado consumidor, são: os estados da região Sul (PR/SC/RS), Centro-Oeste (GO/MT) e Sudeste (SP/MG).

Observa-se o acréscimo ao longo dos anos no número de registros de produtos organominerais concedidos pelo MAPA, indicando a expansão do mercado.

Evidencia-se a importante contribuição dos resíduos agrossilvopastoris no setor de fertilizantes, que pode ser explorado e melhor gerenciado com objetivo de cumprir a PNRS e reduzir a dependência externa de fertilizantes minerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em <http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acesso em 24 de dezembro de 2015.
2. BIAU, A., SANTIVERI, F., MIJANGOS, I., LLOVERAS, J. The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions. *European Journal of Soil Biology*, v. 53, p. 56-61, 2012.
3. BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel - Bracelpa. Disponível em <http://www.bracelpa.org.br/pt/>. Acesso em 05 de julho de 2014.
4. EMBRAPA. Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/download/CMT07.pdf>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.
5. EPULE, T., BRYANT, C. R., AKKARI C., DAOUDA, O. Can organic fertilizers set the pace for a greener arable agricultural revolution in Africa? *Analysis, synthesis and way forward. Land Use Policy*, v.47, p. 179-187, 2015.
6. FIESP; ICONE., 2012. Outlook Brasil 2022 - projeções para o agronegócio. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil, 2012.
7. FRANCHI, J. G. A utilização de turfa como adsorvente de metais pesados. O exemplo da contaminação da bacia do rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados. Tese de doutorado. São Paulo, São Paulo, Brasil, Tese de doutorado, 2004.
8. FRANCO, J. A.. Análise do Mercado de Fertilizantes. 2009. Disponível em CETEM: <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/AnaliseMercado.pdf>. 2009. Acesso em 21 de maio de 2014.
9. GOMES, T. C. Resíduos orgânicos no processo de compostagem e sua influência sobre a matéria orgânica do solo em cultivo de cana-de-açúcar. Tese de Doutorado. Recife, Pernambuco, Brasil, 2011.
10. IBGE. Indicadores Conjunturais da Indústria - Produção. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 2012.
11. IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. 2012. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>. 2012. Acesso em 21 de maio de 2014.

12. JÚNIOR, A. B. Adubação orgânica em cana-de-açúcar: efeitos no solo e na planta. 2010. Disponível em <http://ufrpe.br/pgs/portal/files/dissertacoes/2010/Agenor.pdf>. 2010. Acesso em 10 de janeiro de 2015.
13. KONZEN, E. A., ALVARENGA, R. C. Manejo e Utilização de Dejetos Animais: aspectos agronômicos e ambientais. 2005. Disponível em www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2005/circular/Circ_63.pdf. 2005. Acesso em 11 de julho de 2014.
14. LOPES, A. S. Guia da Fertilidade do Solo - UFLA. Lavras, MG, Brasil. 2004.
15. LOPES, A. S., GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. SBCS, Viçosa. Fertilidade do Solo, 1017p, 2007.
16. LOVATTO, P. A.. Manejo de Dejetos: Suinocultura Geral. Disponível em w3.ufsm.br/suinos/CAP9_dej.pdf. Acesso em 21 de julho de 2014.
17. LUZ, A. B., LAPIDO-LOUREIRO, F. E., SAMPAIO, J. A., CASTILHOS, Z. C., & BEZERRA, M. S. Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 2010.
18. MANZATTO, C. V., JÚNIOR, E. D., & PERES, J. R.. Uso Agrícola dos Solos Brasileiros. Rio de Janeiro, Brasil. 2002.
19. MAPA. Projeções do Agronegócio - Brasil 2012/13 a 2022/23. Brasília. 2014
20. MENDES, C. A., & GAZIRE, S. Plano Biomassa: Plano Nacional de Preservação da Biomassa nos Solos Brasileiros. Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. ABISOLO. 2009.
21. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em 08 de maio de 2014.
22. MTHIMKHULU, S., PODWOJEWSKI, P., HUGHES, J., TITSHALL, L., VAN ANTWERPEN, R. The effect of 72 years of sugarcane residues and fertilizer management on soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 225, p. 54–61, 2016.
23. NÓLVAK, H, TRUU, M., KANGER, K., TAMPERE, M., ESPENBERG, M., LOIT, E., RAAVE, H., TRUU J. Inorganic and organic fertilizers impact the abundance and proportion of antibiotic resistance and integron-integrase genes in agricultural grassland soil. *Science of the Total Environment*, v.562, p. 678–689, 2016
24. OLIVEIRA, P. A.. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA CNPSA. 1993.
25. ROSSETTO, R., SANTIAGO, A. D. Adubação - resíduos alternativos. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_39_711200_516717.html. Acesso em 20 de 07 de 2014.
26. SARMADI, B., ROUZBEHAN, Y., REZAEI, J. Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, in situ degradability and in vitro ruminal variables in amaranth forage. *Animal Feed Science and Technology*, v.215, p. 73–84, 2016.
27. SOUZA, A. H. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Papel e Celulose. 2007. Disponível em www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4281. 2007. Acesso em 14 de julho de 2014.
28. WEI, W., YUN YAN, CAO, J., CHRISTIE, P., ZHANG, F., FAN, M. Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: An integrated analysis of long-term experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 225, p. 86–92, 2016.
29. XIN, X., ZHANG, J., ZHU, A., ZHANG, C. Effects of long-term (23 years) mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquic soil in the North China Plain. *Soil & Tillage Research*, v. 156, p. 166–172, 2016.
30. YANG, B., XIONG, Z., WANG, J., XU, X, HUANG, Q., SHEN, Q. Mitigating net global warming potential and greenhouse gas intensities by substituting chemical nitrogen fertilizers with organic fertilization strategies in rice–wheat annual rotation systems in China: A 3-year field experiment. *Ecological Engineering*, v. 81, p. 289–297, 2015.
31. ZHANG, X., DONG, W., DAI, X., SCHAEFFER, S., YANG, F., RADOSEVICH, M., XU, L., LIU, X., SUN, X. Responses of absolute and specific soil enzyme activities to long term additions of organic and mineral fertilizer. *Science of the Total Environment* v. 536, p. 59–67, 2015
32. ZHAO, J., NI, T., LI, J., LU, Q., FANG, Z., HUANG, Q., ZHANG, R., LI, R., SHEN, B., SHEN, Q. Effects of organic–inorganic compound fertilizer with reduced chemical fertilizer application on crop yields, soil biological activity and bacterial community structure in a rice–wheat cropping system. *Applied Soil Ecology* v. 99, p. 1–12, 2016