



PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA FÓSSIL NA PRODUÇÃO DOS FERTILIZANTES INDUSTRIAIS NITROGENADOS COM ÊNFASE NA UREIA

Antonio Aparecido Mendes Junior¹ & Osmar De Carvalho Bueno²

RESUMO: Atualmente, pode-se observar a importância da produção agropecuária e florestal mundial desde o algodão, processado para a fabricação de roupas, até o plantio e transformação dos alimentos. A agricultura mundial sofreu uma grande reestruturação no aspecto produtivo, pois, com o aumento da população mundial, o homem foi obrigado a desenvolver novas técnicas de produção, para assim alcançar aumento na produção e na produtividade de alimentos e matérias-primas. Nesse sentido, tornou-se realidade a utilização de grandes quantidades de fertilizantes industriais em agroecossistemas. Nesse estudo, analisou-se a participação de energias fósseis no processo de produção dos fertilizantes industriais nitrogenados, embora sua apresentação na estrutura de dispêndio energético de agroecossistemas nem sempre é distribuída adequadamente. Assim, objetivou-se com o presente trabalho analisar a participação das fontes de energia empregadas no processo de produção industrial dos fertilizantes nitrogenados, particularmente a ureia. A hipótese que orienta este estudo é que nas análises energéticas de agroecossistemas, no momento da classificação, podem estar subestimando a participação da energia de fonte fóssil em sua matriz. Os resultados orbitam sobre análise do fluxograma de fabricação da ureia levando como base o processo primário com a adição dos insumos não produtivos necessários para a fabricação. Os resultados obtidos demonstram a dependência de energias de fonte fóssil nos processos produtivos de obtenção dos fertilizantes nitrogenados não apenas em sua matéria-prima (amônia), mas também no processo da queima do gás natural para a obtenção da ureia, acarretando problemas de ordem ecológica sócio-econômico, ameaçando assim a sustentabilidade. Conclui-se que, baseado no fluxograma, considera-se importante, na elaboração de análises energéticas de agroecossistemas, considerar, no sentido de realocar 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia como fonte de origem fóssil, para que as estruturas de dispêndio energético fiquem mais próximo da realidade.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Fóssil, Fertilizantes Industriais, Nitrogênio.

INVOLVEMENT OF ENERGY FOSSIL IN THE PRODUCTION OF FERTILIZERS INDUSTRIAL NITROGEN WITH EMPHOSIS IN UREA.

ABSTRACT: Today, it is notable the importance of global agricultural and forestry, production, from activities manufacturing of clothing from raw cotton, planting and processing of food. World agriculture has undergone a big restructuring in the productive aspect, because with the increase in the world population human has been forced to develop new production techniques for increased of and raw materials production worldwide. In this scope, the use of large amounts of fertilizer in Industrial agroecosystems became a reality. In this study we analyze the participation of the fossil fuel in the production of nitrogenous fertilizer, although its presentation in the agroecosystems expenditure energy structure is not always distributed so appropriately. The objective of this study was to analyze the participation of energy sources used in the industrial production process of urea- nitrogen fertilizers. The hypothesis that guides this study is that, the energy analysis of agroecosystems at the time of classification, may be underestimating the participation of fossil energy source in its matrix. Preliminary results turn on in two sides, would be the analysis of the urea manufacturing flowchart taking as the basis only of the primary manufacturing process, while the other would be the analysis of the primary process with the addition of non-productive inputs needed for manufacturing. The results demonstrate the dependence on fossil energy source of nitrogen fertilizes production processes obtain the raw material (ammonia), and to obtain urea, leading to socio, ecological, and economic, problems thus threatening sustainability. It was conclude that it is deemed important to reallocate urea as a fossil origin with 34,2% of fertilizer's coefficient in the preparation of agroecosystems energetic analyses, thus, ensuring that future energy expenditure analyses will be closer to reality.

KEYWORDS: Fossil energy, Industrial fertilizers, Nitrogen.

1 INTRODUÇÃO

Com o decorrer dos tempos, observa-se a importância da produção no setor agropecuário e florestal mundial,

pois, com aumento da população, o ser humano está cada vez mais dependente da agricultura e da pecuária.

Neste contexto, pode-se salientar que, desde o algodão processado para a fabricação de roupas até o plantio e transformação dos alimentos, no mundo globalizado em que se vive, seria impossível a vida na terra nos padrões atuais sem a agricultura.

¹ e ² Universidade Estadual "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia., Botucatu/SP. Emails: prof.antoniomendes@yahoo.com.br ; osmar@fca.unesp.br

A utilização de fontes energéticas não-renováveis, principalmente de combustíveis de origem fóssil, propiciou avanços tecnológicos na produção de alimentos e insumos, contribuindo para a diminuição do esforço do trabalho humano, acarretando, deste modo, aumento significativo na produção e na renda do setor agropecuário e florestal.

Por outro lado, tornou-se indispensável à utilização de grandes quantidades de fertilizantes industriais em agroecossistemas.

Os fertilizantes industriais são essenciais para o desenvolvimento das plantas, demandam uma grande quantidade de energia fóssil em seu processo de fabricação, além de implicar no aumento do custo energético e ambiental, o que evidencia problemas de ordem ecológico, sócio-econômico, ameaçando, a sustentabilidade.

Na manutenção dos padrões atuais de produção e produtividade de alimentos e matérias-primas da chamada agricultura moderna, os fertilizantes industriais assumem papel de relevância, uma vez que a ausência parcial ou total de qualquer um dos macronutrientes e dos micronutrientes, pode limitar à taxa de crescimento das plantas.

No sentido de proporcionar rápido crescimento vegetal, é necessário fornecer os nutrientes minerais de que as plantas necessitam. Esse é o objetivo dos fertilizantes industriais.

Uma importante questão que se coloca para o presente trabalho é a composição e participação de energias fósseis no processo de produção dos fertilizantes industriais nitrogenados, visto que sua apresentação na estrutura de dispêndio energético de agroecossistemas nem sempre é distribuída adequadamente.

A hipótese que orienta este estudo é que nas análises energéticas de agroecossistemas, no momento da classificação em sua matriz energética, a participação da energia de fonte fóssil pode estar sendo subestimada.

Nesse contexto, o objetivo geral com esta pesquisa é avaliar a produção de fertilizantes nitrogenados, junto ao parque industrial de processamento, em seu processo de fabricação, verificando assim a participação das fontes de energia empregadas no processo de produção.

O objetivo específico com este estudo foi de apresentar os insumos produtivos e não produtivos através do mapeamento de um fluxograma do processo de produção da ureia.

Dado o teor de nitrogênio em sua composição e ser o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil, a presente pesquisa optou por estudar o processo de produção da ureia.

1.1 Fertilizantes industriais e seu consumo de energia

Netto e Dias (1984) afirmam que a agricultura passou a depender, em muito, de fatores e insumos externos. A dependência externa destes estabelecimentos, no sentido do aumento da produção e produtividade agrícola, modificaram a matriz energética que os sustentava. Essa matriz energética, que caracterizava o modelo da agricultura convencional, baseou-se, na utilização de fontes não renováveis de energia, os combustíveis fósseis. Em função da abundância e dos baixos preços desse insumo, não eram muitas as preocupações com relação aos perfis de demanda energética da agricultura, ou mesmo do chamado balanço energético das atividades agrícolas.

Para Franco e Saraiva Neto (2008), a indústria de fertilizantes pode ser dividida em três atividades distintas: produção de matéria-prima básica e matérias intermediária, e de fertilizantes básicos e misturas. Na primeira atividade, as empresas produzem às matérias-primas básicas, no caso dos fertilizantes nitrogenados a amônia anidra e intermediárias como ácidos nítricos e sulfúricos. Na segunda atividade, fabricam-se os fertilizantes básicos nitrogenados como a ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio e outros. Já na terceira atividade, a de misturas, as empresas atuam como misturadoras que compram matérias-primas e fertilizantes básicos e elaboram as formulações nas dosagens adequadas ao tipo de solo ou cultura agrícola.

Bendassolli et al. (2002) afirmam que uma das formas de obtenção da amônia é por meio da reação entre o nitrogênio proveniente do ar mais o hidrogênio proveniente da nafta (derivado do petróleo) utilizando alta temperatura (proveniente da queima de gás natural, óleo ou carvão mineral), todos de origem fóssil.

Franco e Saraiva Neto (2008) destacaram diversas fontes de matérias-primas e combustíveis usadas para a produção de amônia, havendo, como opções, o gás natural, a nafta, o gás de refinaria, o óleo pesado e o carvão mineral, dependendo da disponibilidade e do custo na região onde será instalada a planta. Para os autores, a produção de fertilizantes no mundo utiliza 1,2% de todo o consumo mundial de energia, sendo que, destes, 92,5% são usados para a produção dos fertilizantes nitrogenados. Boa parte desta energia é usada como matéria-prima e combustível, especificamente para a produção de amônia, por se tratar de um processo que requer elevado consumo de energia.

O carvão se apresenta em duas formas, o carvão vegetal que é obtido através da queima da madeira em fornos específicos para esse fim, e o carvão mineral que é obtido através da decomposição de plantas e de animais. São necessários dois milhões de anos para que essa matéria orgânica se torne carvão, extraído pelo homem através de processos de extração situados em minas de carvão (FRANCO; SARAIVA NETO, 2008).

Para Bendassolli et al. (2002), a amônia anidra é um gás obtido pela reação do gás de síntese, uma mistura na relação 1:3 de nitrogênio (N) proveniente do ar com o hidrogênio (H) de fontes diversas: nafta, gás natural, óleo combustível ou de outros derivados de petróleo, utilizando alta temperatura e pressão.

Lima (2007) afirma que a amônia é o insumo-chave para obtenção dos fertilizantes nitrogenados. As atuais fábricas de amônia para fins fertilizantes no Brasil utilizam gás natural e nafta como matéria-prima para retirar o hidrogênio. Atualmente se utiliza mais a nafta por motivos financeiros. Mas, no futuro, apesar da tendência de aumento de preço, o gás natural deverá reduzir em média 30% da nafta consumida atualmente, pois reúne melhores condições energéticas e ambientais.

A nafta é um subproduto do petróleo, é obtida através do processo de refino do petróleo, podendo ser usada como produto intermediário na fabricação da gasolina e de fertilizantes nitrogenados (MALAVOLTA, 1981).

Bendassolli et al. (2002) descreveram que entre os fertilizantes nitrogenados deve-se considerar a ureia como principal fonte de nitrogênio, com maior teor de N (45%), se compararmos aos outros fertilizantes nitrogenados sólidos usualmente utilizados (sulfato de amônio – 20% de N e o nitrato de amônio – 32% de N).

Ainda segundo Bendassolli et al. (2002), este processo de obtenção deste fertilizante tem o mais baixo custo de transporte e estocagem por unidade de N contido. O produto pode ser utilizado na forma de pérolas, grânulos ou como fertilizantes líquidos. É comercializado como elemento simples ou em misturas. A ureia é produzida comercialmente a partir de amônia e dióxido de carbono. A reação ocorre em fase líquida a altas pressões e temperaturas. Os processos de produção de ureia são todos semelhantes, diferenciando-se pelas condições nas quais a formação de ureia ocorre e na forma como os reagentes não convertidos são processados posteriormente. A amônia e o gás carbônico, utilizados como matéria-prima na produção de ureia, são obtidos em uma mesma unidade de produção, o gás carbônico é obtido através da queima do gás natural.

De acordo com Saab (2010), a ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo. O autor menciona em seu trabalho que o consumo de ureia aumentou, ao longo dos últimos 10 anos, em 63%.

Levando em conta a previsão de produção de 47.339 mil toneladas de açúcar em 2018/2019, e a previsão de produção de 50 bilhões de litros de etanol, a área plantada de cana de açúcar terá que crescer 4,3 milhões de hectares, passando de 8,65 milhões de hectares em 2009 para 12,94 milhões de hectares em 2019. Esse incremento de área deverá absorver mais de 800 mil toneladas de fertilizantes industriais, em que 70% desse montante será ureia (SAAB, 2010).

Na questão relacionada à utilização de energia no processo de produção dos fertilizantes nitrogenados, Makhijani e Poole (1975), ao analisarem o processo de produção e levando em consideração as entradas energéticas como energia elétrica, afirmaram que o coeficiente energético adotado para a produção de nitrogênio depende da sua matéria-prima, nafta, gás natural e óleo ou carvão mineral. Os autores consideraram que para a produção de 1 kg de N são necessários 18.750 kcal em países “subdesenvolvidos” e 25.000 kcal em países “em desenvolvimento”.

Os mesmos autores destacam ainda que alguns países “subdesenvolvidos” dispõem de poucas reservas de gás e petróleo e grandes reservas de carvão, acarretando à utilização do carvão para se obter a temperatura necessária para a fabricação da amônia.

Baseado em pesquisas sobre energia e produção de alimentos no Reino Unido, levou-se em consideração o processo de produção para a obtenção da amônia utilizando apenas as entradas energéticas como energia elétrica e não considerando a utilização das entradas de gás natural há um custo energético médio de 19.111 kcal para a produção de 1 kg de N. Há referência nesta pesquisa a um custo adicional de 120 kcal kg⁻¹ de fertilizantes correspondente ao transporte marítimo desses produtos (LEACH, 1976).

Já para Mercier (1978), ao analisar o processo de produção para a obtenção da amônia, desconsiderando as entradas energéticas como energia elétrica e gás natural, apontou um custo energético médio de 15.247 kcal para a produção de 1 kg de N.

Ao estudar os valores calóricos pertinentes no processo de produção industrial dos fertilizantes nitrogenados nos EUA, Lockeretz (1980) incluiu os custos energéticos referentes ao gás natural, transporte e armazenagem, desconsiderando a utilização das entradas de energia elétrica. Dessa forma o autor atribuiu os coeficientes calóricos equivalentes a 17.808 kcal kg⁻¹ de N.

Pimentel (1983), ao analisar o processo de produção industrial dos fertilizantes nitrogenados nos EUA, levando em consideração as entradas energéticas como energia elétrica, e não considerando a utilização das entradas de gás natural, afirmou que o coeficiente energético adotado para a produção de nitrogênio é de 19.200 kcal para a produção de 1 kg de N.

Ao procederem à análise acerca da evolução industrial de fertilizantes nitrogenados no Brasil, Felipe Junior et al. (1984) atribuíram o coeficiente de 14.930 kcal como referência ao custo energético de ureia produzido, desconsiderando a utilização das entradas de gás natural e energia elétrica e do processo de obtenção da amônia.

Finck (1986), estudando a produção industrial de fertilizantes nitrogenados na Alemanha, levando em consideração as entradas energéticas referentes ao gás

natural, desconsiderando a utilização das entradas de energia elétrica, afirmou que o coeficiente energético adotado para a produção de um quilo de nitrogênio é de 13.480 kcal.

Fernandez (1996), ao estudar a produção industrial dos fertilizantes nitrogenados na Europa, apontou os seguintes valores energéticos: 1 kwh é igual a 863 kcal, 1 m³ em média de gás natural é 5,85 kcal, 1 grama de nitrogênio do ar em média é 11,6 kcal, 1 grama em média de hidrogênio da nafta é 13,9 kcal, e 1 m³ de gás carbônico em média é 9,2 kcal.

Por outro lado, os trabalhos nacionais utilizam-se do BEN (Balanço Energético Nacional) para apresentar os índices energéticos.

No Balanço Energético Nacional, apresentam-se os seguintes valores energéticos: 1 kwh é igual a 860 kcal, 1 m³ em média de gás natural é 5,37 kcal, 1 grama de nitrogênio do ar em média é 10,6 kcal, 1 grama em média de hidrogênio da nafta é 13,5 kcal, e 1 m³ de gás carbônico em média é 9,6 kcal (BRASIL, 2010).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido mediante pesquisa exploratória a partir de literatura específica e informação de profissionais com experiência, atuação e conhecimento da realidade do setor industrial de fertilizantes.

Elaborou-se um cadastro de empresas representativas desse setor para posterior contato no sentido de estabelecer interação positiva com a pesquisa em curso, propondo-se, dessa forma, a disponibilização de informações.

Após contatos com organizações que se dispusessem a participar da pesquisa, aplicou-se o instrumento adequado de coleta de dados, baseada em 12 visitas técnicas junto ao pólo industrial de fertilizantes. No intuito de conhecer o fluxograma do processo de produção dos fertilizantes nitrogenados, com ênfase na produção de ureia, coletaram-se dados sobre a participação e o consumo de energias fósseis envolvidas no processo de fabricação, por intermédio de pesquisa quantitativa e qualitativa, utilizando-se questionário semi-estruturado.

A indústria primária de fertilizantes onde ocorreram as visitas técnicas é uma empresa privada e seu anonimato decorre da solicitação dos seus dirigentes. Para efeito de sua caracterização e identificação no trabalho, utilizou-se do nome fictício de “XWY”.

Estima-se que, atualmente, essa empresa esteja entre as maiores empresas de fertilizantes do Brasil.

Também se utilizou nessa pesquisa o BEN (Balanço Energético Nacional) como parâmetro para apresentar os índices energéticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados orbitam sobre análise do fluxograma de fabricação da ureia levando como base o processo primário com a adição dos insumos não produtivos necessários para a fabricação.

O fluxograma representativo é apresentado na Figura 1 a partir do processo primário de produção com a adição dos insumos não produtivos necessários para a fabricação.

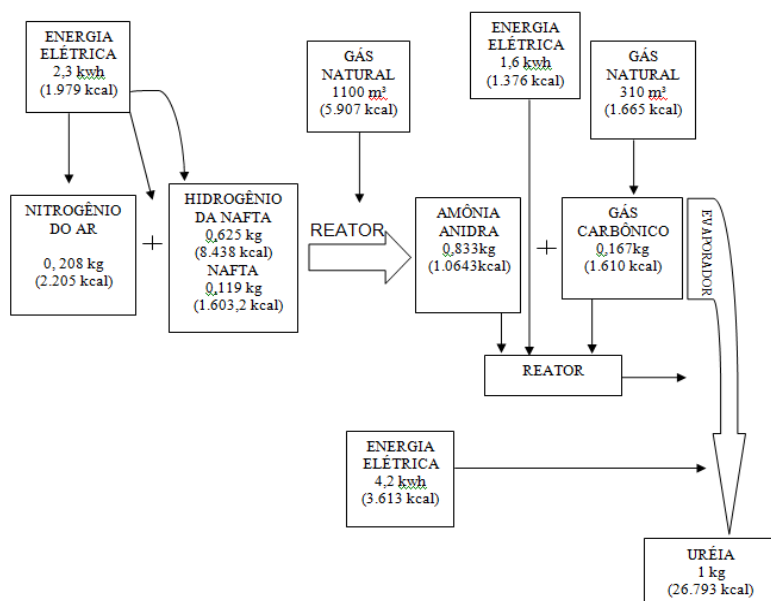


Figura 1 - Processo primário com a adição dos insumos não produtivos necessários para a fabricação da ureia.

Fonte: Indústria de fertilizantes “XWY”.

Assim, observa-se na Figura 1 que o fluxograma do processo de produção está completo, com todas as entradas energéticas necessárias para a produção da ureia.

O processo se inicia com a captação do nitrogênio do ar por meio de compressores que utilizam a energia elétrica para absorver o ar da atmosfera, passando por filtros que tem a função de separar o nitrogênio do restante dos gases.

A utilização da energia de fontes fósseis nesse fluxograma se tornam significativas.

Nesse caso o hidrogênio da nafta que é proveniente de fontes fósseis, que, segundo dados da empresa "XWY", a quantidade de nafta nesse processo, em média, é a relação de um grama de nafta (produto) para produzir 10 gramas de hidrogênio da nafta (gás), a partir de uma reação química.

Essa reação química é chamada de craqueamento, onde a nafta é bombeada através da seção de pirólise (pirólise é a dissolução, através de uma reação de decomposição que ocorre pela ação de altas temperaturas, onde corre uma ruptura da estrutura molecular original de um determinado composto pela ação do calor em um ambiente com pouco ou nenhum oxigênio) da nafta, que é quebrada no forno tubular na presença do vapor. O processo de pirólise converte os hidrocarbonetos pesados em frações leves, principalmente eteno e propeno, removendo as moléculas de hidrogênio. Essas moléculas de hidrogênio se multiplicam e se transformam no hidrogênio da nafta, utilizado como matéria-prima na produção dos fertilizantes nitrogenados (FRANCO; SARAIVA NETO, 2008).

Num segundo momento, no interior de um reator de síntese, é adicionado o hidrogênio proveniente da nafta. A função do reator é transformar a mistura do nitrogênio e do hidrogênio em amônia, através de processos químicos com temperatura e pressão elevadas em seu interior, o gás natural é o responsável para aquecer o reator de síntese.

Num terceiro momento é adicionado junto à amônia o gás carbônico, proveniente da queima do gás natural em câmara de combustão, após esse processo passa-se pelo evaporador concluído se obterá a ureia.

Assim, pode-se concluir que nesse fluxograma a nafta e mais a utilização do gás natural, ambas energias não renováveis de fonte fóssil, alcançam um valor energético de 9.175,2 kcal.

Outra entrada energética é a utilização da energia elétrica empregada como fonte de alimentação das máquinas de produção, que correspondem ao montante energético de 6.968 kcal.

Nesse fluxograma o consumo total de energia empregado para a produção de um quilograma de ureia corresponde ao consumo energético de 26.793 kcal.

Levando por base o fluxograma, observa-se a dependência de combustíveis provenientes de fontes fósseis de energia nos processos produtivos de obtenção dos fertilizantes nitrogenados não apenas em sua matéria-prima (amônia), mas também no processo da queima de combustíveis fósseis para a obtenção da ureia, acarretando problemas de ordem ecológica e sócio-econômica, ameaçando assim a sustentabilidade.

Já na questão energética, no interior de agroecossistemas ocorrem fluxos de energia necessários à produção de alimentos e matérias primas. Insumos externos são introduzidos nos sistemas agropecuários e florestais no sentido de manter e aumentar a produção e produtividade.

Dessa forma seria importante definir um pouco mais objetivamente o que se contabiliza e os respectivos conteúdos energéticos na produção de uma dada unidade de massa (quilogramas ou toneladas, por exemplo) de fertilizante industrial (no caso dessa pesquisa, por uma série de razões nitrogenados e especificamente ureia) obtendo-se dessa maneira uma aproximação mais real do conteúdo energético total.

Assim, é possível contabilizar não apenas o total de energia envolvido na produção de fertilizantes nitrogenados (ureia, particularmente) e que fará parte da estrutura de dispêndios energéticos, mas a participação por *tipo, fonte e forma* dos insumos, acrescentando na estrutura de dispêndios energéticos não somente o total de energia envolvido como também a distribuição classificada dessa energia: por *tipo* (direta ou indireta); por *fonte* (biológica, fóssil e industrial) e por *forma* (energia elétrica, gás natural, etc.). Tal procedimento aproximaria mais a estrutura de dispêndio energético da realidade e definiria mais adequadamente a dependência do insumo (no caso ureia) de fontes fósseis, e, por consequência, todo o agroecossistema

Dessa forma, analisando o fluxograma, pode-se verificar que a estrutura de dispêndio energético não condiz com a realidade, porque até então, como foi descrito anteriormente, os autores não mensuraram todas as entradas energéticas do processo de produção da ureia, por exemplo.

A proposta desse trabalho, baseada no fluxograma, considera-se necessário, que no ato da classificação na matriz energética, deve-se realocar para a fonte fóssil, 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia, para que assim a estrutura de dispêndio energético fique mais próximo da realidade.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e as discussões apresentadas neste estudo, pode-se destacar as seguintes conclusões:

- Os resultados obtidos demonstram a dependência de combustíveis provenientes de fontes fósseis de energia nos processos produtivos de obtenção dos fertilizantes nitrogenados não apenas em sua matéria-prima (amônia), mas também no processo da queima de combustíveis fósseis para a obtenção da ureia.

- Observa-se que na estrutura de dispêndio energético no ato da classificação, não condiz com a realidade, porque os autores citados neste trabalho não mensuraram todas as entradas energéticas do processo de produção da ureia, por exemplo. Alguns deles, não contabilizam os insumos “não produtivos” como gás natural. Já os autores não contabilizam a energia elétrica, por exemplo. Por esse motivo que o custo energético para a produção de um quilo de N é diferente entre os autores.

- Considera-se necessário, que no ato da classificação na matriz energética deve-se realocar para a fonte fóssil 34,2% do total do coeficiente energético do fertilizante nitrogenado ureia, para que assim a estrutura de dispêndio energético fique mais próximo da realidade.

5 REFERÊNCIAS

BENDASSOLLI, A. J. et al. Produção de amônia anidra e aquamônia enriquecida em N a partir de (NH) SO. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 59, n. 3, p.595-603, jul./set 2002.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço energético nacional 2010**: ano base 2009. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2010.aspx>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

FELIPE JUNIOR, G. et al. Considerações sobre a evolução da indústria de fertilizantes nitrogenados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1984, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: EMBRAPA-DEP, 1984. p. 21-71.

FERNANDEZ, H. V. **Fertilizantes y fertilización**. Barcelona: Reverte, 1996. 440 p.

LEACH, G. **Energy and food production**. London: International Institute for Environment and Development, 1976. 192 p.

FINCK, A. **Dunger und dungung**. Berlin: Reverte, 1986. 420 p.

FRANCO, M. A. J.; SARAIVA NETO, A. **Produção de fertilizantes nitrogenados e suprimento de matéria-**

prima. Brasília, DF: Ministério da Indústria e Comércio, 2008. 65 p.

LIMA, R. C. P. **Fábrica de fertilizantes nitrogenados e produção de etanol no norte fluminense**. Brasília, DF: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. 2007. 40 p.

LOCKERETZ, W. Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. p. 23-26.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1981. 596 p.

MAKHIJANI, A.; POOLE, A. **Energy and agriculture in the third world**: a report to the energy policy project of the Ford Foundation. Cambridge: Ballinger, 1975. 168 p.

MERCIER, J. R. **Energie et agriculture, le choix ecologique**. Paris: Debar, 1978. 187 p.

NETTO, A. G.; DIAS, J. M. C. S. Política energética para a agricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA NA AGRICULTURA, TECNOLOGIAS POUPADORAS DE INSUMOS, INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, 1., 1984, Jaboticabal. *Anais...*Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1984. p. 3-22.

PIMENTEL, D. **Energy use in cereal grain production**. Ithaca: Cornell University, 1983. 90 p.

SAAB, A. A. Workshop mercado de fertilizantes e o futuro do agronegócio. **Plano estratégico para o setor de fertilizantes** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <aamjunior@fca.unesp.br>; <ra_mendes@uol.com.br>; <prof.antoniomendes@yahoo.com.br>; <carol@yahoo.com.br> em 14 out. 2010.