

# ESPACIALIZAÇÃO DE EMISSÕES EVITADAS DE GÁS DE EFEITO ESTUFA ATRAVÉS DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA NO BRASIL

Eduardo Delgado Assad<sup>1</sup>

Marília Ribeiro Zanetti<sup>2</sup>

Vanessa Silva Pugliero<sup>3</sup>

## Agroecologia e Produção Agrícola Sustentável

### RESUMO

O aumento da produção agrícola depende de suprimento de nitrogênio, porém um número limitado de espécies de microrganismos tem a capacidade de assimilar nitrogênio pelas plantas por meio da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). A FBN reduz o custo da produção dos grãos de soja e evita as emissões de gases de efeito estufa. Neste artigo, relacionam-se emissões de gases de efeito estufa evitadas a partir do uso de inoculantes de nitrogênio no plantio de soja no Brasil ao longo do período de 2010 a 2016 com o rendimento e a área colhida utilizando dados de Produção Agrícola Municipal.

**Palavras-chave: Geoprocessamento; Soja; Área colhida; Produtividade; FBN.**

### INTRODUÇÃO

A forma mais direta e mais barata para a redução das emissões de  $N_2O$  nas lavouras pode ser conseguida na fixação biológica de nitrogênio (FBN) na nutrição da planta. A FBN é um processo bioquímico natural realizado por bactérias, que retiram o nitrogênio do ar e o fornecem diretamente à cultura fazendo a fertilização do sistema (EMBRAPA, 2015).

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pelas plantas, principalmente pelas leguminosas, e em particular na cultura da soja os grãos possuem alta concentração de proteínas. Deste modo, para produzir 1000kg de grãos de soja são necessários 65kg de N somando mais 15kg de N para nutrir folhas, caule e raízes. Para obtenção de rendimento de 3.000kg/ha são necessários 240kg de N. Já as perdas gasosas de  $N_2$ , particularmente o  $N_2O$ , contribuem para o aquecimento global (HUNGRIA et al, 2007).

O maior sucesso de FBN no Brasil está vinculado à soja. Os solos brasileiros são pobres em N e atualmente, os agricultores de soja se beneficiam da FBN que consegue suprir 90% das demandas de N do cultivo (HUNGRIA et al, 2013).

As Diretrizes Agrícolas Brasileiras (DAB), elaboradas por especialistas do setor agrícola, propõem uma estrutura consistente e uniforme para o mapeamento e delimitação das

fontes de emissões que devem ser incluídas no inventário de gases de efeito estufa (GEE) de uma empresa do setor agrícola ou de uma unidade rural (GHG PROTOCOL, 2013).

Cotta Walter et al (2009) concluiu que a capacidade de estocagem de carbono no sistema soja é pouco expressiva quando comparada à de um sistema florestal, mas não deve ser desprezada na contabilização do cenário para um projeto de redução de GEE.

A tecnologia da inoculação de plantas, no Brasil, permite que mais de 80% do nitrogênio que o vegetal precisa para crescer venha da FBN, representando economia em fertilizante nitrogenado. E ainda, há a questão da quantidade de emissões de GEE evitada, em 2015, cerca de 250 mil toneladas de N<sub>2</sub>O teriam sido emitidas para a atmosfera com a safra de 98 milhões de toneladas de grãos (EMBRAPA, 2015).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa sobre emissões de GEE evitadas através da fixação biológica de nitrogênio foi trabalhada neste artigo através de duas variáveis: produtividade (kg/ha) e a área colhida (ha) da soja em grãos. As variáveis são provenientes da Produção Agrícola Municipal do SIDRA – Sistema de Recuperação Automática (IBGE, 2016) para o intervalo dos anos de 2010 a 2016. A área colhida é o total da área efetivamente colhida de cada produto agrícola no município, durante o ano civil de referência da pesquisa e a produtividade média é a razão entre a quantidade produzida e a área colhida.

As áreas colhidas de soja foram agrupadas em intervalos de produtividade, isto é o tamanho de área colhida (ha) com produtividade menor que 1000kg/ha, entre 1000kg/ha a 2000kg/ha, de 2000kg/ha a 3000kg/ha, de 3000kg/ha a 4000kg/ha e acima de 4000kg/ha. Dentro de cada intervalo de produtividade foi feita a somatória de área colhida (ha) para os 5.570 municípios brasileiros. Através da área colhida (ha) agrupada pela produtividade (kg/ha) quantificou-se a emissão CO<sub>2</sub> equivalente evitada a partir da FBN na produção de soja brasileira a partir da informação de que para produzir 3.000kg/ha de soja são necessários 240kg de N e que 100 kg N/ha produzem emissões de N<sub>2</sub>O equivalentes a 645,5 kg CO<sub>2</sub>eq/ha.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A área colhida de soja (grãos) no Brasil é crescente, no período analisado de 2010 a 2016 houve aumento de 42%. A tabela 1 apresenta a área colhida de soja associada a produtividade de soja em intervalo de 1000kg/ha. No Brasil, a maior área colhida de soja, no período estudado, foi de 20.587.800 ha com produtividade de 3.000 a 4.000 (kg/ha) em

2015, sendo que nessa mesma faixa de produtividade, após o crescimento de 2010 a 2015, houve queda em 2016.

Tabela 1 Área colhida (ha) por Produtividade (kg/ha).

| ÁREA COLHIDA DE SOJA (GRÃOS) - ha |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PRODUTIVIDADE                     | ANO        |            |            |            |            |            |            |
|                                   | 2.010      | 2.011      | 2.012      | 2.013      | 2.014      | 2.015      | 2.016      |
| <1000                             | 0          | 360        | 1.247.984  | 147.776    | 3.705      | 3.135      | 259.682    |
| 1000 - 2000                       | 252.372    | 364.969    | 3.549.936  | 640.427    | 1.565.012  | 356.668    | 1.891.667  |
| 2000 - 3000                       | 9.749.972  | 4.852.519  | 7.286.848  | 12.904.218 | 14.026.792 | 11.148.699 | 12.479.938 |
| 3000 - 4000                       | 13.323.846 | 18.748.803 | 12.890.354 | 14.188.709 | 14.650.252 | 20.587.800 | 18.181.075 |
| >4000                             | 1.106      | 2.012      | 136        | 25.545     | 28.002     | 84.941     | 341.317    |
| Total                             | 23.327.296 | 23.968.663 | 24.975.258 | 27.906.675 | 30.273.763 | 32.181.243 | 33.153.679 |

A perda da área colhida em 2016, na faixa de produtividade de soja de 3.000 a 4.000 kg/ha, foi de aproximadamente 2,5 milhões de hectares com relação ao ano de 2015. Um dos motivos da queda da safra de grãos em 2015/2016, no Brasil, foram as adversidades climáticas como o El Niño que provocou estiagem nas regiões produtoras de grãos segundo Malinski e Fernandes (2016).

Na figura 1, está a distribuição espacial da produtividade no Brasil, verificam-se que as áreas sem produtividade de soja estão na região Norte, sobretudo no estado do Amazonas, estados nordestinos, leste de Minas Gerais e estados litorâneos do Sudeste.

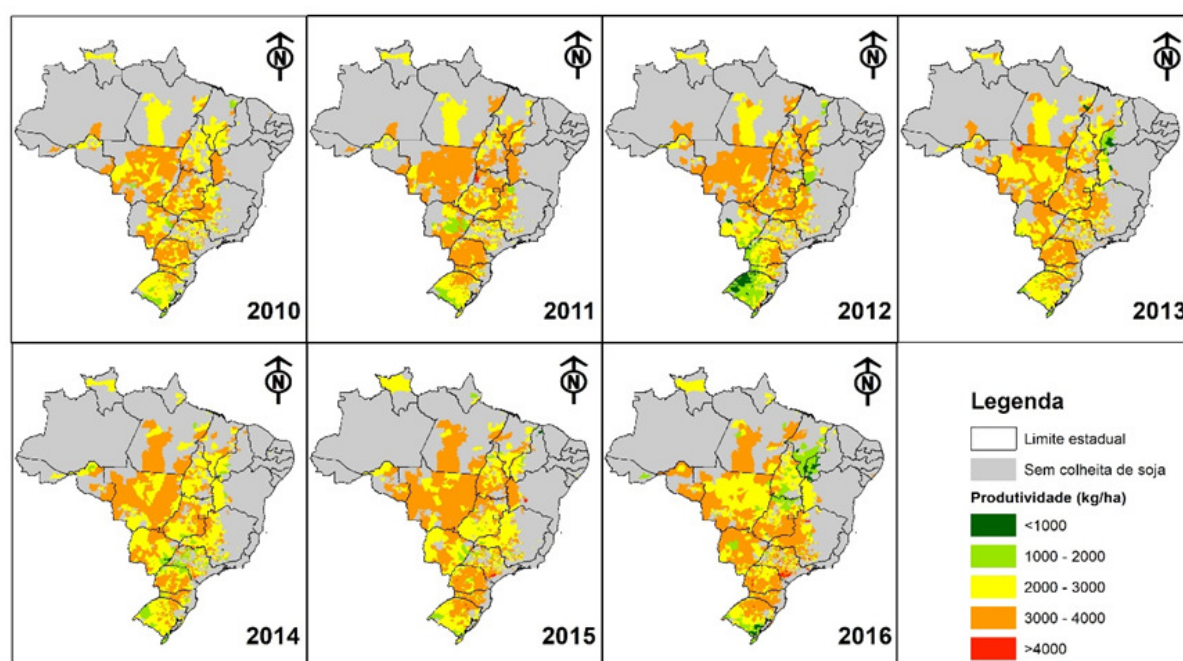


Figura 1. Evolução da produtividade da soja em grãos no Brasil de 2010 a 2016.

Enquanto o predomínio das áreas de cultivo de soja com maior produtividade está na região do Centro-Oeste brasileiro, com predominância no Mato Grosso e na região Sul, nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. O número de municípios brasileiros que colhem soja passou de 1.800, em 2010, para 2.160 em 2016.

Com relação a variação de N<sub>2</sub> requerido (em tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente), na tabela 2, são verificadas que essa variável é função da área colhida e da quantidade do nutriente nitrogênio utilizado. A quantidade do uso do nitrogênio foi crescente de 2010 a 2016.

Tabela 2 Variação da quantidade de área colhida e CO<sub>2</sub> equivalente emitido (em tonelada).

| TONELADAS DE CO <sub>2</sub> EQUIVALENTE |            |            |            |            |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ANO                                      |            |            |            |            |            |            |            |
| PRODUTIVIDADE                            | 2.010      | 2.011      | 2.012      | 2.013      | 2.014      | 2.015      | 2.016      |
| <1000                                    | 0          | 186        | 644.459    | 76.312     | 1.913      | 1.619      | 134.100    |
| 1000 - 2000                              | 130.325    | 188.470    | 1.833.187  | 330.717    | 808.172    | 184.183    | 976.857    |
| 2000 - 3000                              | 5.034.886  | 2.505.841  | 3.762.928  | 6.663.738  | 7.243.435  | 5.757.188  | 6.444.640  |
| 3000 - 4000                              | 6.880.434  | 9.681.882  | 6.656.579  | 7.327.049  | 7.565.390  | 10.631.540 | 9.388.707  |
| >4000                                    | 571        | 1.039      | 70         | 13.191     | 14.460     | 43.864     | 176.256    |
| Total                                    | 12.046.216 | 12.377.418 | 12.897.223 | 14.411.007 | 15.633.371 | 16.618.394 | 17.120.560 |

Atabela 3 indica a quantidade do nutriente nitrogênio que foi requerido para alcançar as áreas de colheita de soja em cada faixa de produtividade no Brasil. Atualmente, em 2015, o Brasil passou a usar mais de 2,6 milhões de quilogramas de nitrogênio para adubação da soja. O plantio de soja exige uso de nitrogênio indicando espaço no mercado interno para substituição do uso do nitrogênio mineral pela FBN cujo emprego nos solos não emitem GEEs.

Tabela 3 Quantidade de N (kg) requerido para o plantio de soja.

| N REQUERIDO (kg) |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PRODUTIVIDADE    | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      |
| <1000            | 0         | 29        | 99.839    | 11.822    | 296       | 251       | 20.775    |
| 1000 - 2000      | 20.190    | 29.198    | 283.995   | 51.234    | 125.201   | 28.533    | 151.333   |
| 2000 - 3000      | 779.998   | 388.202   | 582.948   | 1.032.337 | 1.122.143 | 891.896   | 998.395   |
| 3000 - 4000      | 1.065.908 | 1.499.904 | 1.031.228 | 1.135.097 | 1.172.020 | 1.647.024 | 1.454.486 |
| >4000            | 88        | 161       | 11        | 2.044     | 2.240     | 6.795     | 27.305    |
| Total            | 1.866.184 | 1.917.493 | 1.998.021 | 2.232.534 | 2.421.901 | 2.574.499 | 2.652.294 |

## CONCLUSÕES

Uma maior quantidade de nitrogênio otimiza a produtividade por área e com isso tem-se menor abertura de fronteiras agrícolas, respeitando assim a dicotomia entre produção e proteção ambiental. O Brasil requer hoje 17 milhões de N<sub>2</sub> para a soja e adubação nitrogenada é um dos fatores que mais oneram o custo de produção e mais contribuem para a emissão de GEE na agricultura. A FBN é uma alternativa tecnológica economicamente viável para impulsionar a produtividade da soja ao passo que minimiza a emissão de GEEs, acordando para o sucesso da pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. O domínio tecnológico da FBN e a produtividade pretendida da soja formam um cenário positivo para contribuir com a mitigação pretendida em impactos no clima devido a tendência de crescimento da produção de soja.

## REFERÊNCIAS

- COTTA WALTER, Michele Karina; JURANDIR, ZULLO JUNIOR; WEILL, Mara de Andrade M.; DENARDIN, José Eloir; Estimativa do estoque de carbono em áreas de soja visando a análise de cenários de linha de base para projetos de créditos de carbono, 09/2009, XVI CBA - Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Vol. 1, pp.1-5, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2009.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Fixação biológica de nitrogênio pode reduzir as emissões de GEE na agricultura. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8313328/fixacao-biologica-de-nitrogenio-pode-reduzir-as-emissoes-de-gee-na-agricultura>>. Acesso em: 06 jul. 2018.
- GHG Protocol. Metodologia do GHG Protocol da agricultura. WRI BRASIL/UNICAMP. Disponível em: <[http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards\\_supporting/Metodologia.pdf](http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards_supporting/Metodologia.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- HUNGRIA, Mariangela; MENDES, Ieda Carvalho; MERCANTE, F. M.. A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 22p. -- (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781; n.337).
- HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, Iêda Carvalho. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80p. -- (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.283).
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Recuperação Automática - SIDRA. Produção Agrícola Municipal. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- MALINSKI, Alan Fabrício; FERNANDES, Natália. Safra de grãos 2015/2016 será de 186,4 milhões de toneladas após registrar significativas perdas decorrentes de adversidades climáticas. 3. ed. Brasília: Superintendência Técnica e Assessoria de Comunicação da Cna, 2016.