



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **O SANEAMENTO E O CONSUMO DE ALIMENTOS NO CÁLCULO DA PEGADA ECOLÓGICA DE NITROGÊNIO: BUSCA POR DADOS E DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL**

Beatriz Rodrigues Navarro

Relatório de Iniciação Científica do  
Programa PIBIC, orientada por Jean  
Pierre Henry Balbaud Ometto.

INPE  
São José dos Campos  
2020



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **O SANEAMENTO E O CONSUMO DE ALIMENTOS NO CÁLCULO DA PEGADA ECOLÓGICA DE NITROGÊNIO: BUSCA POR DADOS E DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL**

Beatriz Rodrigues Navarro

Relatório de Iniciação Científica do  
Programa PIBIC, orientada por Jean  
Pierre Henry Balbaud Ometto.

INPE  
São José dos Campos  
2020

## RESUMO

A ciência desenvolvida para o conhecimento das inter-relações das atividades antrópicas na dinâmica do ciclo do nitrogênio ainda se encontra em seu estágio inicial, inclusive no Brasil, onde a produção agrícola é uma das atividades econômicas mais representativas. Este projeto se constitui de análises de indicadores socioambientais dos sistemas agroalimentares e da segurança alimentar e nutricional, utilizando métodos qualitativos e quantitativos, que auxiliam na compreensão sobre vulnerabilidades associadas ao ciclo do nitrogênio, muito necessária para elaboração de políticas públicas dentro da agenda de desenvolvimento sustentável. As atividades fazem parte do Projeto Integrador do COCST para Mudanças Ambientais e estão relacionados ao projeto “International Nitrogen Management System (INMS)”, financiado pelo “Global Environmental Facility (GEF)”, cujo objetivo é trazer unidade, entre comunidade científica, setor privado e sociedade civil, para coletar e sintetizar evidências que possam apoiar o desenvolvimento de políticas internacionais visando melhor gerenciamento global do nitrogênio. O trabalho contribui para a componente do Brasil dentro da rede internacional INMS, através da participação em debates acerca de desenvolvimento de novas metodologias, e da construção de indicadores e referências socioambientais para o desenvolvimento da versão brasileira da Calculadora da Pegada do Nitrogênio, que ficará disponibilizada online para a sociedade.

Palavras-chave: Sustentável. Global. Nitrogênio. Desenvolvimento.



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo.....	1
2 Desenvolvimento .....	2
2.1 Revisão de literatura .....	2
2.2 Material e métodos .....	3
2.3 Resultados.....	4
2.4 Discussão dos Resultados.....	6
3 conclusão.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Objetivo**

O Nitrogênio (N) é um nutriente essencial para todos os processos biológicos, mas processos antropogênicos de produção de energia e alimentos podem resultar em excesso de N reativo, que pode causar vários problemas ambientais. Este projeto de Iniciação Científica tem como finalidade auxiliar no desenvolvimento da adaptação de metodologia para a construção de uma versão brasileira do modelo que calcula a Pegada Ecológica de Nitrogênio (N-Footprint), desenvolvido por Leach et al. (2012). O modelo realiza os cálculos a partir de um Fator de Nitrogênio Virtual que utiliza variáveis relacionadas ao consumo geral de alimentos e energia pela população.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão de literatura**

O uso humano de nitrogênio reativo (Nr, todas as espécies de nitrogênio, exceto N<sub>2</sub>) no meio ambiente tem impactos benéficos e prejudiciais para toda a população. Usos agrícolas, incluindo tanto a produção de alimentos quanto o consumo, são os maiores contribuintes de Nr para o meio ambiente. A queima de combustíveis fósseis é o segundo maior contribuinte. Os impactos benéficos do uso agrícola do Nr estão relacionados com a produção de alimentos a partir da adubação nitrogenada e fixação biológica de nitrogênio. Ambos os processos fornecem Nr para sustentar cerca de metade da população mundial. Os impactos negativos resultam devido a maior parte do Nr que é usado na produção de alimento, e toda a quantidade de Nr formada durante a combustão de combustíveis fósseis, são perdidas para o meio ambiente. (Erisman et al., 2008).

Os seres humanos continuam causando transformações no ciclo global do nitrogênio, em um ritmo recorde, refletindo em um aumento da combustão de combustíveis fósseis, e uma crescente demanda por nitrogênio na agricultura e na indústria, além de uma eficiência generalizada em seu uso. Uma grande quantidade de nitrogênio antropogênico é perdida no ar, na água e na terra, causando uma série de problemas ambientais e de saúde humana. Simultaneamente, a produção de alimentos em algumas partes do mundo é deficiente em nitrogênio, destacando as desigualdades na distribuição de fertilizantes contendo nitrogênio. Otimizar a necessidade de um recurso humano fundamental, minimizando suas consequências negativas, o que requer uma abordagem interdisciplinar integrada e o desenvolvimento de estratégias para reduzir os resíduos contendo nitrogênio (Galloway et al, 2008).

Há uma grande quantidade de impactos negativos para o meio ambiente e para a saúde humana favorecidos através da poluição por nitrogênio, visto que à

medida que o consumo geral de alimentos e energia aumenta, a poluição por nitrogênio também se expande. Logo a partir do principal objetivo do plano de trabalho, que consiste em realizar os cálculos necessários para uma pegada ecológica no nitrogênio fundamentado nas escolhas diárias gerais da população que contribuem para os efeitos da poluição do nitrogênio, foram coletados diversos dados relacionados ao consumo dos alimentos de origem vegetal e animal a fim de alcançar um Fator Virtual de Nitrogênio o qual se inclui na Pegada Ecológica do Nitrogênio. O conceito de pegada ecológica foi desenvolvido ao longo da última década para servir como uma métrica dos impactos individuais ou coletivos das pessoas sobre o meio ambiente, em relação à capacidade do planeta para suportar essas pessoas. Há algumas calculadoras de pegada ecológica existentes, sendo a “The Ecological Footprint” uma das primeiras e mais conhecidas, a qual inclui componentes como energia, alimentos e fibras, madeira e papel e construções (Wackernagel et al., 2011).

A diminuição do consumo de carne e leite em todo o mundo levaria, até 2055, a uma redução de 80% das emissões de gases que agravam o efeito estufa no setor agropecuário. Um estudo realizado pelo Instituto de Estudos das Mudanças Climáticas de Potsdam, na Alemanha, afirma que uma melhoria na produtividade da pecuária pode ajudar a reduzir as emissões de gases-estufa. Além disso, uma redução no consumo de alimentos de origem animal levaria a uma queda nas emissões de dois dos gases metano e o óxido de nitrogênio. Esses gases são lançados na atmosfera durante a fertilização dos campos agrícolas e na produção de ração para alimentar vacas, ovelhas e cabras, entre outros animais. (Popp, 2010).

## **2.2 Material e métodos**

Foram realizados levantamentos de dados através de extensa revisão de literatura e consultas as agências de pesquisa e divulgação de dados sobre produção agrícola e pecuária. Também foi realizada a organização dos dados

de forma a construir um banco para auxiliar nos cálculos da versão brasileira da Pegada Ecológica do Nitrogênio, seguindo a metodologia proposta por Leach et al. 2012.

A pegada ecológica de nitrogênio é calculada a partir da quantidade total de N<sub>r</sub> liberada para o meio ambiente. A mesma, consiste no N incorporado no consumo e produção de alimentos, bem como no NO<sub>x</sub> emitido pelos combustíveis fósseis, sendo assim, a pegada de N é calculada usando a média por dados per capita do País, permitindo assim o cálculo a pegada total de N no país quanto individual. A equação desenvolvida para realizar o cálculo da pegada de N é representada pela Equação 1.0.

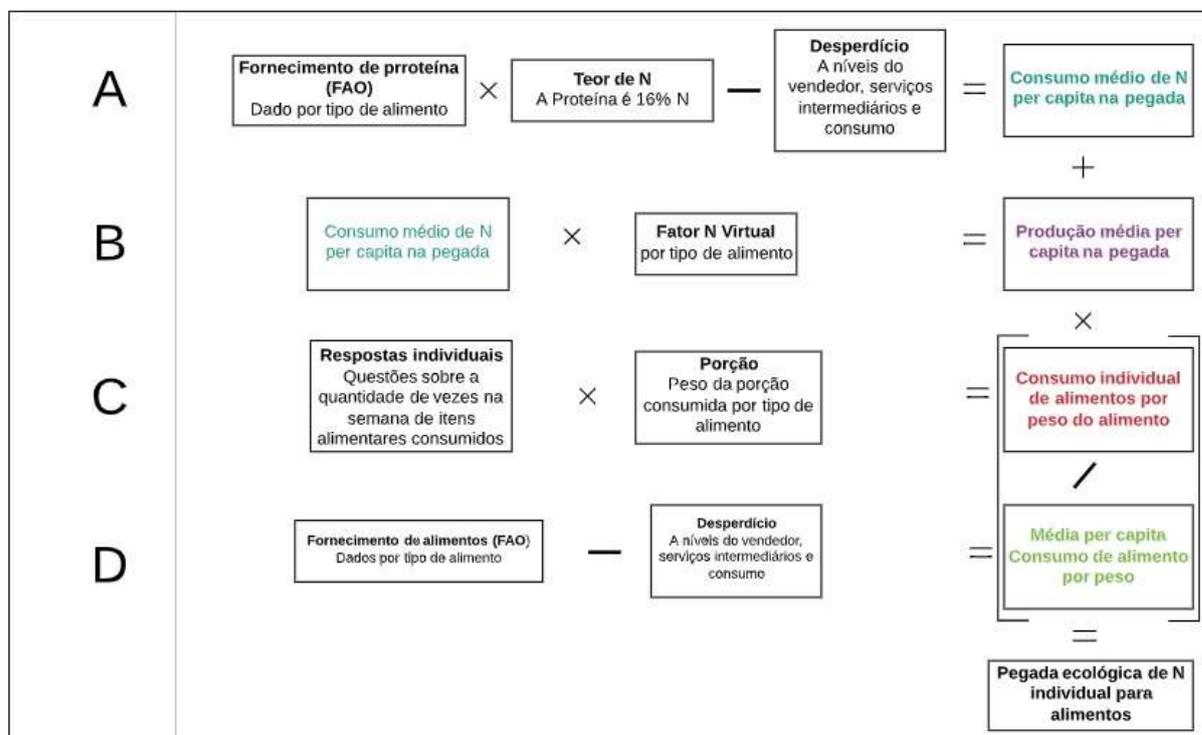
Onde, FP<sub>ind</sub> é a pegada individual (neste caso, para consumo alimentar), FP<sub>m</sub> é a média per capita da pegada do país, FC<sub>ind</sub> é o consumo alimentar.

$$FP_{ind} = FP_m * FC_{ind}/FC_m \quad (1.0)$$

### 2.3 Resultados

A figura 1.0 representa um esquema de cálculo para a pegada de nitrogênio para os alimentos, logo, mostra como todas as informações são usadas para encontrar a pegada total de N em alimentos per capita.

Figura 1.0 - Esquema de cálculo para a pegada de nitrogênio para os alimentos.



Fonte: Leach *et. al.*, adaptado pelo autor (2012).

Durante todas as fases da produção alimentar, considerando os ganhos e perdas, foi necessário obter valores da alimentação e produção de animais, incluindo bovinos, suínos, peixes de água doce e salgada, aves, galinhas poedeiras, ovinos e caprinos. Além da quantidade consumida, também é necessário considerar a quantidade de resíduos que são gerados na alimentação do indivíduo, considerando o ciclo total do alimento.

Para esta etapa do projeto, complementar a fase anterior onde foram levantados dados relativos aos padrões dos brasileiros de consumo e emissão de nitrogênio através de seus hábitos alimentares, foram consultadas publicações e bases de dados da “Food and Agriculture Organization of the United Nations” (FAO), da “Agência Embrapa de Informação Tecnológica” (AGEITEC) e inúmeros artigos científicos e publicações relacionadas a

produção vegetal, animal, e composição das rações utilizadas na alimentação dos animais destinados a consumo humano.

As características quantitativas da alimentação habitual desses animais devem ser levadas em consideração no cálculo de nitrogênio visto que os mesmos consomem grandes quantidades de ração, as quais em sua maioria são compostas por milho, soja, e outros grãos, os quais devem ter seus valores incluídos no cálculo do fator virtual de nitrogênio. Logo, os dados incluem cada elemento da composição da ração dos animais além de suas respectivas quantidades.

Além da alimentação dos animais que serão consumidos pela população em sua alimentação, é fundamental que outros valores do processo de abate do animal sejam considerados, como o peso do animal no abate, o peso de sua carcaça, a quantidade de carne para o comércio, a quantidade destinada a outra produção como ração ou adubo, além da parcela de resíduos gerados que será descartada. Estes dados são necessários visto que cada etapa deste processo de abate dos animais, até seu consumo em carne resultam em entradas e saídas de nitrogênio reativo ao longo da cadeia agroalimentar.

#### **2.4 Discussão dos Resultados**

O projeto no qual estas atividades se inserem foi sendo adaptado metodologicamente, segundo a disponibilidade de dados existentes no Brasil. Devido a escassez de muitos dos dados necessários no país, a etapa de obtenção de informações e dados exigiu adequações e mudanças e com isso, um maior tempo que o programado no plano inicial de trabalho.

A tabulação dos dados levantados foi realizada criando-se um banco que serve para alimentar o modelo de cálculo da pegada ecológica. Houve maior dificuldade na busca por informações sobre a composição da alimentação animal no país e a necessidade de realizar inferências. Todos os dados coletados estão sendo utilizados para o cálculo da Pegada Ecológica do Nitrogênio, que está em fase de finalização durante a confecção deste relatório.

### **3 CONCLUSÃO**

O maior entendimento dos processos de movimentação do nitrogênio reativo que influenciam a produção vegetal e animal, depende do entendimento da dinâmica do ciclo que envolve o consumo de alimentos e resíduos pós consumo (sólidos e no esgotamento sanitário) e de todo o processo produtivo. Esta iniciação científica tem possibilitado acompanhar e contribuir no desenvolvimento de um projeto científico, bem como aprimorar os conhecimentos e capacidade de análise sobre ciência e tecnologia no setor ambiental. Durante a realização deste das etapas deste estágio foi possível observar que a escassez de informações e dados relativos ao nitrogênio em todas as etapas de seu ciclo nas culturas agrícolas e pecuária brasileira demanda mais esforços para aumentar a compreensão destes processos. Neste sentido, as próximas etapas deste projeto resultarão em uma contribuição importante para o avanço do conhecimento e na melhoria da eficiência da produção nacional e das políticas entre países.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em:

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RF>.

GALLOWAY, James N. et al. Transformations of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. 2008. 891p.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares: Aquisição Alimentar Domiciliar Per Capta, Brasil e Grandes Regiões, 2009. 282 p.

POPP, Alexander. O Estado de São Paulo: Gases estufas estão ligados a consumo de carne e leite, 2010.

WACKERNAGEL, Mathis et al. Global Footprint Network, 2011.