

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS SEAROM CARIAS DE MORAES

A INSUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA CONVENCIONAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS

CURITIBA

2019

LUCAS SEAROM CARIAS DE MORAES

A INSUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA CONVENCIONAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de economista, curso de
Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais
Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Pulquério Bittencourt

CURITIBA

2019

"Dedico este trabalho à Buendía que me tornou um Marquez."

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus professores que direta ou indiretamente contribuíram, cada um à sua forma, com a formação da minha visão de mundo.

Agradeço aos economusos, o grupo que me acolheu tão bem durante boa parte desses anos de graduação.

Agradeço minha família que me possibilitou o estudo e, por bem ou por mal, vivências e experiências que contribuíram com a formação do meu caráter.

Agradeço meu orientador que de bom grado ajudou-me no desenvolvimento desse trabalho e ainda me fez treinar francês.

Agradeço especialmente ao professor Alexandre Leocádio Santana Neto que foi o responsável por plantar em mim a semente do pensamento sustentável.

Por fim, agradeço ao meu antigo eu, que teve a paciência para completar este trabalho.

RESUMO

A questão ambiental vem ganhando importância no debate político, econômico e social desde meados da década de 70. O presente trabalho tem por objetivo explicitar os principais impactos ambientais das práticas tradicionais da agropecuária e relacioná-los com possíveis efeitos econômicos deles decorrentes. Para isso foram realizadas revisões de literatura sobre os temas da insustentabilidade ambiental do agronegócio e das previsões econômicas derivadas dos cenários de mudança climática do IPCC. No que tange as relações entre economia e agricultura, observou-se que frente às mudanças climáticas, estima-se que a área potencial de plantio da maioria das culturas brasileiras vai decrescer consideravelmente, com exceção da cana-de-açúcar que pode ter sua área potencial aumentada em até 118%. Da pesquisa, foi observado que será cada vez mais importante o papel da tecnologia em manter a produtividade agrícola, uma vez que os fatores naturais tenderão a ser forças contrárias a esse indicador.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Agricultura sustentável. Economia ecológica. Revisão de literatura.

ABSTRACT

The environmental issue has been gaining importance in the political, social and economical debate since the mid-70's. This paper aims to explain the main environmental impacts of traditional farming practices and relate them to possible economic effects arising from them. To this end, literature reviews were conducted on the issue of agribusiness environmental unsustainability and economic forecast derived from the IPCC climate change predictions. Regarding the relationship between economy and agriculture, it was observed that in the face of climate change, it is estimated that the potential planting area of most brazilian crops will decrease considerably, except for de sugarcane that may have its potential area increased by 118%. From this research, it was observed that the role of technology in maintaining agricultural productivity will be increasingly important, since natural factors will tend to be forces contrary to this indicator.

Key-words: Sustainability. Agricultural sustainability. Ecological economy. Literay reaview.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 DEFININDO IMPACTO AMBIENTAL.....	10
3 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE A ÁGUA	11
3.1 POLUIÇÃO POR FERTILIZANTES MINERAIS E AGROTÓXICOS	13
4 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE O AR	20
4.1 GÁS CARBÔNICO	21
4.2 GÁS METANO	22
4.3 ÓXIDO NITROSO	24
5 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE O SOLO.....	27
5.1 EROÇÃO	28
5.2 QUEIMADAS	31
6 O FUTURO AGRÍCOLA BRASILEIRO	34
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

A ideia de sustentabilidade já não é mais nova nos debates social, político e econômico. Apesar de que neste último ainda falta muito espaço a ser conquistado. A dicotomia entre progresso e natureza remonta de séculos atrás. Há uma frase famosa que é atribuída aos industrialistas ingleses do século XIX: “onde há poluição há dinheiro”. Ela, por si só, demonstra de esse antagonismo. No decorrer da história humana temos outros exemplos desse mesmo processo. No Brasil, por exemplo, temos na agricultura uma relação histórica muito forte com às queimadas - usadas para a preparação do solo. O ambiente natural inexplorado não gera receitas e num Brasil liberal e agrário-exportador, do século XIX e começo do XX, uma terra inexplorada equivale a lucros não contabilizados. Mais de cem anos atrás, em 1914, Monteiro Lobato já chamava a atenção para as queimadas na mata atlântica, em artigo publicado na Folha de S. Paulo que tinha como título “Uma Velha Praga”. No texto, Lobato ironiza a preocupação da sociedade com a destruição que as “chamas” da 1ª Guerra Mundial impunham à Europa, sem se ater ao fogo que devastava a floresta atlântica anualmente, nos meses mais secos. *“Se lá fora o fogo da guerra lavra implacável, fogo não menos destruidor devasta nossas matas, com furor não menos germânico”* (Uma Velha Praga, Monteiro Lobato, 1914)

Infelizmente demorou-se mais para o debate da sustentabilidade adentrar no meio acadêmico e, principalmente, político. Um dos primeiros livros que lançou luz ao debate ecológico/sustentável foi o “*Primavera Silenciosa*” de 1962, da autora Rachel Carson. Nesse trabalho específico a autora compartilha com os leitores os impactos negativos, sobre o meio ambiente e sobre as cadeias tróficas, do uso desenfreado de agrotóxicos. O livro gerou polêmica nos Estados Unidos e foi severamente criticado por empresas produtoras de agrotóxicos e grandes agricultores que usavam esses compostos químicos. Por outro lado, apesar de Rachel Carson, não ser a primeira autora a desenvolver trabalhos nesta área, seu livro ganhou muito mais espaço que os trabalhos anteriores e, por isso, é tido como um marco da disseminação das ideias de cunho ambiental.

Na década de 1970 a questão sustentável já havia ganhado muito mais espaço político em grande parte do mundo. Em 1972 a própria ONU entra nesse debate, ao promover a Primeira Conferência sobre o Homem e o Meio Ambiente, em Estocolmo. Essa conferência contou com a participação de 113 países e teve por objetivo a conscientização internacional no

que tange a relação humana com o meio ambiente. Foram discutidos temas como: secamento de rios e lagos, Ilhas de calor e efeitos de inversão térmica. Além disso também foram compilados 26 princípios para dirigirem a atuação dos países, nas atividades relacionadas ao meio ambiente.¹

Pouco mais de uma década depois, em 1983, a ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Essa comissão foi presidida pela diplomata norueguesa Gro Harlem Brundtland e teve como objetivos principais a formulação de propostas realistas de abordagem à questão ambiental e propor novas formas de cooperação internacional no campo ambiental. Em 1987 a comissão criou o que ficou conhecido como o Relatório Brundtland ou “Nosso Futuro Comum”. Esse relatório definiu o termo desenvolvimento sustentável como sendo: *“O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”*. Reafirmou a visão crítica aos modelos de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos e pela maioria dos em desenvolvimento e teve como conclusão o apontamento da incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.² Na sequência, a próxima grande reunião internacional no mesmo tema foi a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, e contando com a presença de 179 países. O principal legado dessa reunião foi a criação da Agenda 21, que tinha por objetivo a criação de estratégias para atingir o desenvolvimento sustentável. A agenda 21 abriu o caminho para a reunião onde foi criado o Protocolo de Kyoto, em 1997, que, por sua vez, objetivou a redução, por parte dos países assinantes, das emissões de gases do efeito estufa.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir com o debate da sustentabilidade na agricultura. Após a Introdução, na seção um iremos abordar as definições do que é o impacto ambiental. Nas três seções seguintes iremos discutir os impactos do agronegócio sobre a água, o ar e a terra, respectivamente. Na seção seis exporemos algumas previsões sobre o futuro do agronegócio brasileiro frente a cenários de mudança climática do IPCC (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas). Por fim, na seção sete teremos as considerações finais.

¹ Para consulta dos princípios ver: Declaração de Estocolmo, 1972.

² Para mais informações buscar: Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Nosso Futuro Comum

2 DEFININDO IMPACTO AMBIENTAL

Segundo a resolução 001/86 de 1986, o CONAMA define como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades que, direta ou indiretamente, afetem:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população
- II - as atividades sociais e econômicas
- III - a biota
- IV - as condições estéticas e sanitárias de meio ambiente
- V - a qualidade dos recursos ambientais

Essa resolução, além de definir oficialmente o que é impacto ambiental, veio estabelecer a obrigatoriedade do Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) a fim de se obter licenciamento para a realização de atividade modificadora do meio ambiente. O Brasil adotou essa prática relativamente tarde, em comparação a outros países como Alemanha, Canadá e França, que a adotaram no começo da década de 70.

A AIA obedece à classificação dos impactos ambientais. Essa abordagem classifica esses impactos como sendo diretos ou indiretos, positivos ou negativos, de curto ou longo prazo, permanentes ou temporários e reversíveis ou irreversíveis. O caráter direto ou indireto se refere, logicamente, ao impacto na natureza advir diretamente, como efeito, de uma determinada atividade ou se advém de maneira indireta. Os impactos ambientais podem ser positivos ou negativos. Determinadas atividades podem gerar benefícios à natureza, se caracterizando como impactos positivos. Determinadas atividades podem também incorrer em efeitos a longo ou curto prazo. Aqueles à curto prazo ocorrem, geralmente, logo após a atividade geradora ter sido realizada, são impactos muito mais fáceis de identificar. Os de longo prazo ocorrem tempos após a atividade geradora ter sido realizada, devido a isso, esse tipo de efeito é mais difícil de ser identificado e relacionado ao que lhe gerou. Os impactos podem ser reversíveis ou irreversíveis. O impacto reversível, é aquele que, após a atividade geradora cessar, volta a sua forma natural. O impacto irreversível, mesmo após o fim da atividade que o gerou, não volta a sua forma normal em tempo previsível. Por último, os impactos podem ser temporários ou permanentes. Temporário é aquele em que o prejuízo ambiental ocorre por um período previsível de tempo. No prejuízo ambiental permanente, ao contrário, não há previsão de quando o impacto irá se reverter.

O objetivo principal dos estudos de impactos ambientais é avaliar as consequências de determinadas ações com o intuito de mitigá-las ou até mesmo preveni-las uma vez que a ação ou projeto seja posto em prática. Segundo Costa et al (2005) a AIA é um instrumento de fornecimento de subsídios à tomada de decisão. Ela supre os tomadores de decisão com informações tais que os ajudarão a maximizar os benefícios ao mesmo tempo em que consideram os efeitos sobre a saúde e sobre bem-estar humano e do meio ambiente, de suas atividades.

Como veremos adiante, a agricultura convencional tem potencial para, no médio a longo prazo, causar diversos tipos de impactos ao meio ambiente. Alguns desses impactos podem até vir a suplantam a própria produtividade agrícola, *ceteris paribus*. Como são os casos da compactação, salinização e desertificação, por exemplo.

A partir de agora, iremos analisar, especificamente, alguns dos impactos da agricultura convencional sobre o meio ambiente. Esses impactos são divididos pelas áreas da natureza sobre as quais geram seus efeitos. Essas áreas são o ar, o solo e a água. Primeiramente o presente estudo irá se ater à água, posteriormente ao ar e, por fim, ao solo.

3 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE A ÁGUA

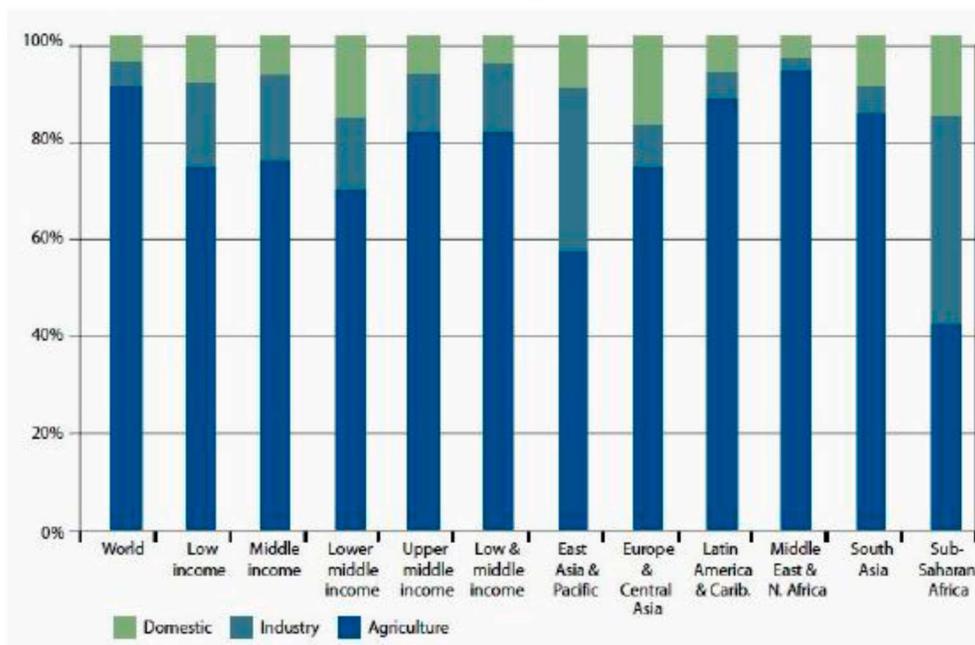
A água é o elemento mais necessário à vida para a grande maioria dos seres vivos do planeta. Não é fator preponderante apenas para manutenção da vida, mas também - particularmente para a espécie humana - é importantíssimo para as mais variadas atividades econômicas. Esse elemento é usado na fabricação de produtos industriais, têxteis e, obviamente, de maneira muito intensa nas atividades agropecuárias. Segundo dados da agência nacional das águas (ANA) aproximadamente 70% de toda a extensão do planeta é água, e se estima que isso equivale a 1.10^{21} de litros. Entretanto apenas 2,5% de toda a água da Terra é doce. Esses 2,5% estão divididos em lagos e rios, aquíferos subterrâneos e geleiras. Infelizmente, aproximadamente 69% da água doce está nas calotas polares e não pode ser extraída por meios eficientes. Resta então, para satisfazer as necessidades biológicas e econômicas humanas, bem como as necessidades das outros seres vivos, 31% da água doce disponível. Desse total, 30% são compostos por aquíferos subterrâneos e 1% por lagos e rios. (Agência Nacional das Águas, acesso em 15/08/2019).

O Brasil é o país com maior disponibilidade de água doce do mundo. Estima-se que 12% da água doce global se localize em solo brasileiro. Entretanto, essa água se distribui

desigualmente entre as regiões. 70% dela se concentra na região norte, 15% no centro-oeste, 6% no sudeste, 6% no sul e 3% no nordeste.

Segundo estudo da Agência Nacional das Águas (ANA), no ano de 2017, 60% dos recursos hídricos nacionais disponíveis destinaram-se ao agronegócio. 52% para a irrigação e 8% para o uso animal. O resto dos recursos são usados em atividades industriais, mineradoras, abastecimento urbano e etc. Percebe-se, dessa maneira que o setor agrícola demanda uma quantidade muito grande de água. A ANA estimou que, em 2017, apenas a atividade de irrigação, dentro da agricultura, utilizou 1 milhão de litros de água por segundo. (Revista Globo Rural, acesso em 22/08/2019). Esse nível de utilização hídrica por parte da agricultura, não é um fenômeno intrínseco ao Brasil, esse comportamento está presente em outros países de alta atividade agrícola. Tanto a FAO quanto a Unesco já desenvolveram estudos referentes aos destinos dos recursos hídricos mundiais. Em relatório de 1998, a FAO estima que 70% da água doce mundial é destinada a atividades agrícolas, principalmente para a irrigação. A UNESCO vai mais longe e estima que 90% dos recursos hídricos mundiais são destinados à agricultura.

GRÁFICO 1 - USO DA ÁGUA NO MUNDO, PRO REGIÃO E SETORES ECONÔMICOS.



Fonte: UNESCO, 2006

Os problemas referentes a água dentro do contexto deste trabalho dizem respeito ao seu mal uso dentro das atividades agrícolas, a perda da qualidade de aquíferos subterrâneos ou rios e lagos devido ao uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes e a salinização do solo.

3.1 POLUIÇÃO POR FERTILIZANTES MINERAIS E AGROTÓXICOS

Fertilizantes são substâncias que tem por finalidade contribuir com a nutrição das plantas, pois essas precisam de uma grande diversidade de nutrientes para ter um crescimento saudável. Geralmente são usados a fim de aumentar a produtividade agrícola de determinada área. Os fertilizantes podem ser divididos em Orgânicos e Inorgânicos. Fertilizantes orgânicos são aqueles que têm como base resíduos animais e vegetais, como esterco, cascas de plantas e bagaços. Possuem uma ação mais lentas, comparado aos fertilizantes inorgânicos. Fertilizantes inorgânicos ou minerais são aqueles obtidos por meio de extração mineral ou refinamento de petróleo, quase sempre compostos por Nitrogênio e/ou Potássio e/ou Fósforo. Quando o fertilizante possui essas três substâncias é chamado de NPK. Esse tipo de fertilizante é o mais difundido, e possui como vantagem o fato de ser mais rapidamente absorvido pelas plantas e gerar, portanto, resultados mais velozes que os do fertilizante orgânico. Além disso, os fertilizantes minerais também tem, diferentemente dos orgânicos, formas químicas bem definidas, isso facilita o agricultor a saber o quanto de fertilizante deverá aplicar por área, a fim de gerar resultados ótimos.

O uso de fertilizantes minerais na agricultura é prática com origem no século XIX. Esses compostos ajudam no aumento da produtividade agrícola por área, entretanto, como será ainda explicado, eles também causam problemas quando administrados incorretamente no solo. Atualmente, a atividade agrícola mundial está usando em torno de dez vezes mais fertilizantes que se usava na década de 1960 (FAO, 2017).

Internamente no Brasil, podemos observar entre 1950 a 2017 uma grande evolução no consumo dos fertilizantes minerais. Como é mostrado no gráfico 2, criado pelo International Plant Nutrition Institute (IPNI).

GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO FR FERTILIZANTES NPK NO BRASIL



Fonte: IPNI.

O processo pelo qual os fertilizantes minerais, sobretudo os à base de nitratos e fosfatos, passam até o momento em que danificam a qualidade da água está ligado a capacidade das plantas do local em os absorverem e as suas quantidades despendidas no solo. As plantas absorvem, até o limite de sua capacidade, os nutrientes - que as ajudarão a se desenvolver - presentes nos fertilizantes. Se a quantidade despejada for muito grande, as plantas não irão conseguir absorver integralmente esses nutrientes e o excesso irá poder atingir os lençóis freáticos, lagos ou rios, por processos como lixiviação, percolação ou desprendimento de partículas do solo. O excesso de nitratos e fosfatos na água causa uma série de desequilíbrios. Como última consequência, esses desequilíbrios podem gerar a eutrofização. Esse processo se caracteriza por uma diminuição da biodiversidade e qualidade da água que sofreu o despejo dos fosfatos e nitratos. Isso ocorre porque quando se aumenta a disponibilidade de nutrientes no corpo d'água os organismos que se alimentam desses nutrientes tem sua reprodução estimulada. Em sua maioria os organismos citados são algas, cianobactérias e plantas aquáticas. Quando, sobretudo algas e cianobactérias, começam a se reproduzir em demasia, causam desequilíbrios no sistema por consumirem muito do oxigênio dissolvido na água. A falta de oxigênio começa a gerar a diminuição de peixes e crustáceos. Quando esses morrem, por meio da decomposição, liberam mais nitratos e fosfatos no ambiente, o que estimula ainda mais o crescimento populacional das algas, cianobactérias e plantas aquáticas. Em dado momento essas algas e cianobactérias - que vivem na superfície do corpo d'água - começam a bloquear a luz solar, que não consegue chegar ao fundo e estimular

a fotossíntese das plantas lá presentes. Sem a fotossíntese o oxigênio do sistema diminui ainda mais, gerando maiores desequilíbrios e diminuições na fauna e flora do sistema.

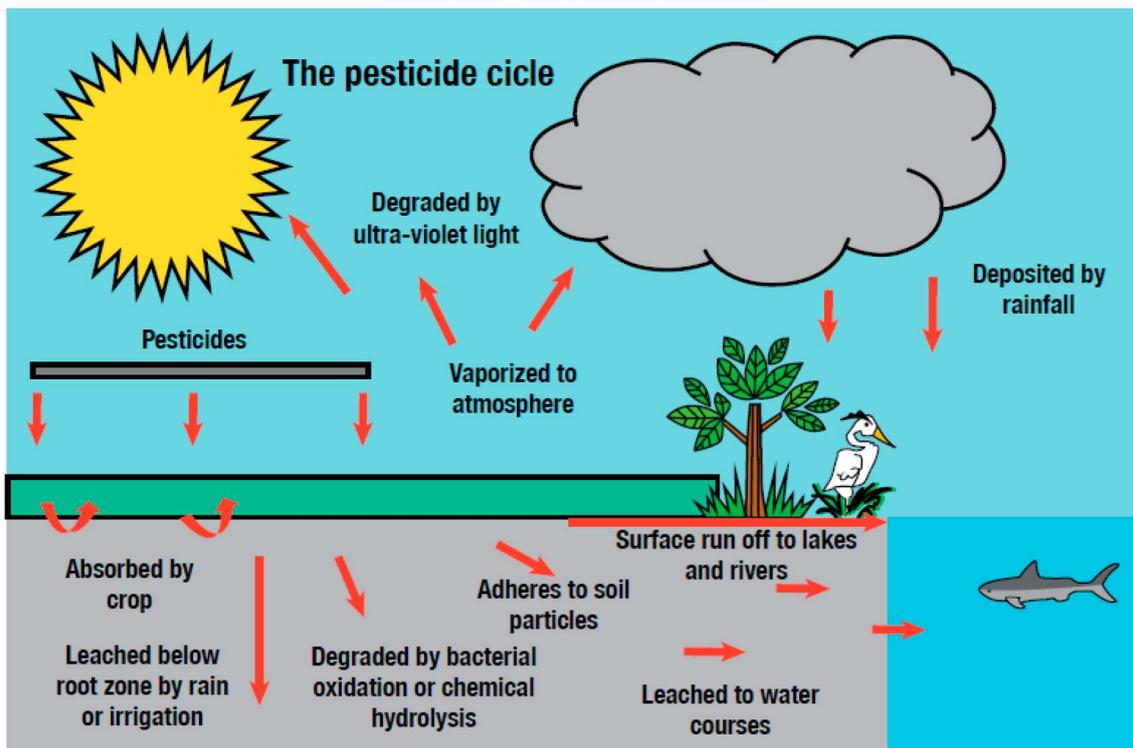
Os agrotóxicos, por sua vez, são compostos químicos que atuam no sentido de proteger as plantas ou grãos de organismos que lhes possam danificar e por consequência diminuir a produção. Segundo a lei 7.802/89:

Agrotóxicos são os produtos químicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da fauna ou flora, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimulantes e inibidores de crescimento. (disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm)

Agrotóxicos ou, para seus defensores mais assíduos, defensivos agrícolas, são compostos químicos, físicos ou biológicos que tem como função principal proteger a produção agrícola de determinados organismos que a possam danificar. Podem ser classificados de várias formas, geralmente mediante seu objetivo específico. Existem os Inseticidas que se destinam ao controle de insetos; os Fungicidas que combatem fungos; Herbicidas, destinados às ervas-daninhas; Desfolhantes combatem determinados tipos de folhas e os Fumigantes, que se destinam ao combate de bactérias no solo.

Os mecanismos pelos quais os agrotóxicos danificam a qualidade da água são praticamente os mesmos dos casos dos fertilizantes. Tanto a lixiviação, quanto a percolação podem levar certas concentrações de agrotóxicos para corpos d'água. Uma vez na água, seus efeitos irão se diferenciar frente a cada tipo de agrotóxico, visto que eles têm diferentes finalidades. A Imagem 1 irá mostrar os principais mecanismos pelos quais os agrotóxicos chegam aos corpos d'água.

IMAGEM 1 - CICLO DOS PESTICIDAS

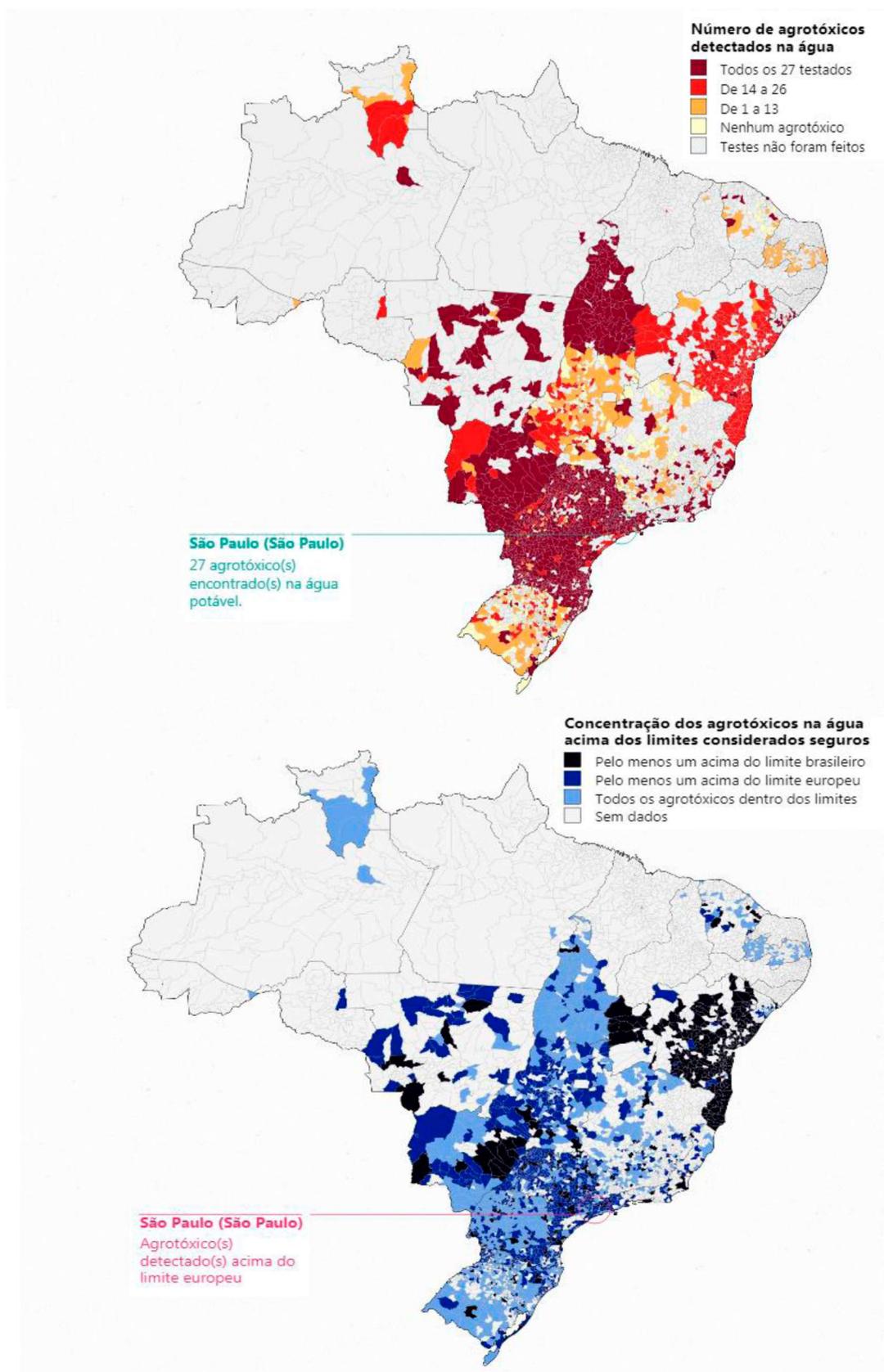


Fonte: FAO.

Na imagem 1 podemos ver pelo menos três formas pelas quais os defensivos agrícolas se locomovem da terra à água. Quando são disponibilizados para as culturas, essas os absorvem. Quando isso ocorre as substâncias dos agrotóxicos podem ser degradadas por bactérias do solo, se aderirem às partículas do solo ou, pela percolação, juntamente com a água, continuam a escorrer até cursos hídricos subterrâneos. O agrotóxico usado na produção agrícola também pode se vaporizar, quando sob efeito de calor intenso, e ir para a atmosfera. A vaporização leva as partículas dos agrotóxicos a serem degradadas pela luz ultravioleta ou precipitadas pela chuva, quando podem cair diretamente sobre a água. Existe também o mecanismo da lixiviação. Quando o agrotóxico usado numa cultura qualquer é lavado pela água da chuva e levado, pela superfície terrestre, até um corpo d'água.

Determinadas concentrações de agrotóxicos na água também oferecem risco à saúde humana. Estudos da área da saúde correlacionam presença de agrotóxicos com câncer e doenças endócrinas. Em estudo realizado pelo SISAGUA (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano), vinculado ao Ministério da Saúde, foi descoberto que 1 em cada 4 municípios brasileiros têm em suas águas concentrações consideráveis de combinações dos agrotóxicos usados no Brasil.

IMAGEM 2 - NÚMERO DE AGROTÓXICOS E SUAS CONCENTRAÇÕES NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.



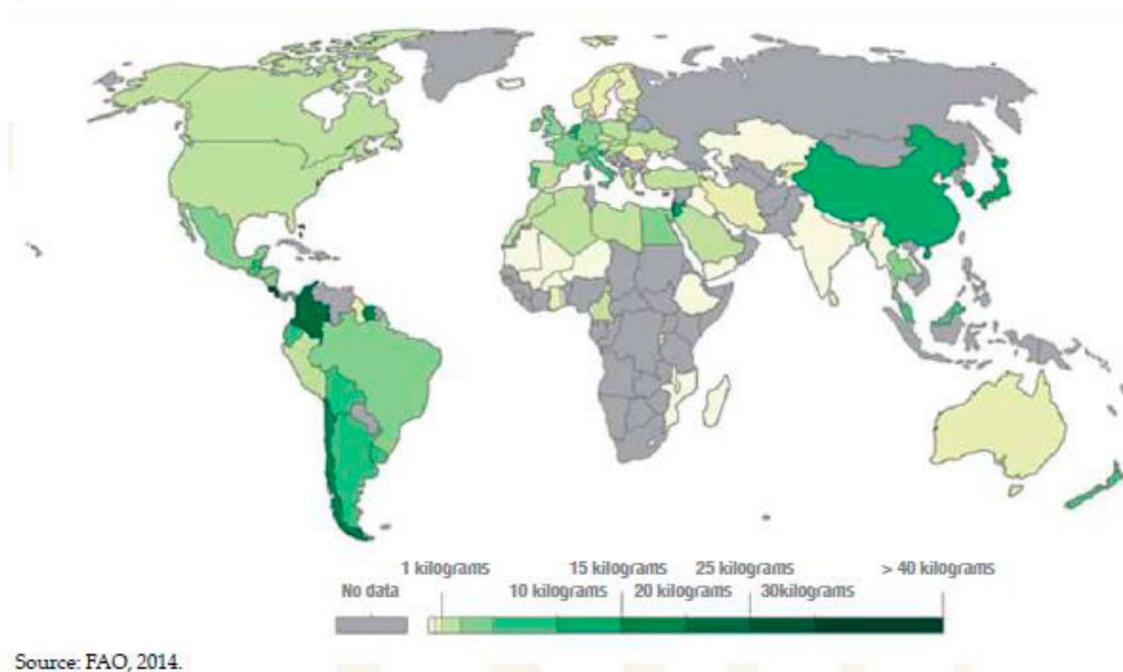
Fonte: <https://portrasdoalimento.info/agrotoxico-na-agua/> (26/08/2019).

Os mapas da imagem 2, baseados nos dados da SISAGUA³ coletados entre 2014 e 2017, mostram, na parte de cima, o número de agrotóxicos (dentre os 27 utilizados no Brasil até à época) encontrados em cada município brasileiro. Na parte inferior da imagem, constam os dados sobre a concentração - acima dos limites considerados seguros - de agrotóxicos nos municípios brasileiros.

O mercado mundial de agrotóxicos movimenta em torno de US\$ 35 bilhões por ano. São usados, em torno de 500 tipos de defensivos agrícolas pelo mundo, alguns tendo características danosas à saúde muito mais intensas que outros (Zhang, Jiang e Ou, 2011).

No mundo, o maior consumidor de agrotóxicos é a China, consumindo 1.8 milhões de toneladas ao ano, seguida dos EUA, que consomem 460 mil toneladas ao ano, em terceiro e quarto lugar temos Brasil e Argentina, com respectivos consumos anuais de 396 mil e 208 mil toneladas. Ainda que no Brasil se use uma quantidade muito grande de defensivos agrícolas, sua concentração por área não é, graças ao tamanho do território, tão intensa.

IMAGEM 3 - USO DE AGROTÓXICOS POR HECTARE DE TERRA PLANTADA



Como vemos na imagem 3, o Brasil tem uma concentração média menor que 10kg de defensivos por hectare plantado. A concentração nos EUA é ainda menor. A China, por outro

³ Os mapas foram criados, com base nos dados da SISAGUA, conjuntamente pelos portais Repórter Brasil, Public Eye e Agência Pública. Conforme explicitado em <https://portrasdoalimento.info/agrotoxico-na-agua/> (15/08/2019).

lado possui uma contração que flutua entre 15 e 20kg por hectare, o que é muito alto, dado o tamanho de seu território.

Se estima que nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, o impacto econômico anual dos danos colaterais --- seja problemas de saúde em humanos ou outros animais ou propriamente os impactos ambientais --- do mau uso de agrotóxicos está flutuando em torno de US\$ 8 bilhões (Aktar *et al*, 2009).

Os problemas ambientais decorrentes do mal uso de agrotóxicos podem influenciar a economia de uma região de algumas formas. Estima-se que quanto maior o nível de químicos potencialmente perigosos à saúde na água, maior será o custo, para a administração pública, do tratamento da mesma. Há também a questão dos gastos públicos em tratamentos de saúde para pessoas afetadas direta ou indiretamente pelo mau uso dos defensivos. A maioria dos agrotóxicos são produzidos de forma que sejam tóxicos para seu alvo específico, contudo geralmente também são maléficos à outras espécies e ao próprio ambiente onde se depositam. De maneira que, quando depositados em corpos d'água que são usado como abastecimento humano, tem grande potencial de perigo (Entry e Sojka, 2014).

Não foi possível achar números oficiais referentes a quantas pessoas são vítimas de problemas relacionados direta ou indiretamente ao uso de agrotóxicos, entretanto se sabe do potencial perigo à saúde que representam, quando usados de maneira errada. Da mesma forma que também sabemos da importância produtiva desses compostos, quando usados da maneira correta. Apesar da falta de dados oficiais, existem estimativas referentes ao número de casos de envenenamento de trabalhadores agrícolas. Estima-se que a taxa anual de incidentes de envenenamento por agrotóxicos é de 182 para cada milhão de trabalhadores agrícolas. Essas estimativas foram feitas baseando-se em países desenvolvidos e, devido a falta de regulamentação e fiscalização de práticas, espera-se que essa taxa seja deveras maior para países em desenvolvimento como o Brasil (Thundiyilet *al*, 2008).

4 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE O AR

O efeito estufa é um fenômeno natural e de extrema importância para a manutenção da vida em nosso planeta. Ocorre por meio de determinados gases, como CO₂, CH₄, N₂O e O₃. Esses são os chamados Gases do Efeito Estufa (GEE) que se acumulam na troposfera e absorvem parte energia solar incidente sobre a terra, na forma de radiação ultravioleta. Essa energia absorvida é então reemitida à superfície terrestre, de modo que se cria um ciclo de aquecimento que mantém a temperatura média da Terra em 14 C°. Caso o efeito estufa não fosse um fenômeno existente, estima-se que a temperatura terrestre seria, em média, 30 C° menor, o que afetaria a existência de vida como conhecemos.

O problema desse processo é a intensificação da emissão de gases GEE à troposfera terrestre. Quanto maior a quantidade desses gases mais energia solar eles absorvem e emitem novamente a superfície. Esse processo começa a aumentar a temperatura média terrestre e disso decorrem as preocupações da comunidade científica, pois pequenos aumentos nessa variável geram variações nas cadeias tróficas naturais e tem potencial para causar danos à atividades produtivas diversas.

Deconto *et al*(2008) realizou um estudo sobre a produção de feijão, usando dados do IBGE ano base 2006. No estudo foi gerado um cenário otimista de aumento da temperatura média terrestre de 1,4 a 3,8 C° até 2100. Esse cenário previa que, em decorrência da redução (cerca de 4,3%) da área apta para o plantio do feijão, em 2020 o prejuízo dessa cultura seria de R\$ 155 milhões. Contudo, assim como existem culturas que sofrem com o aquecimento global, existem aquelas que dele se beneficiam, como é o caso da cana-de-açúcar, segundo estudo de Hilton Silveira Pinto, Eduardo Assad e Giampaolo Pellegrino. No referido estudo, estima-se que até 2070, a área de plantio de cana-de-açúcar crescerá em torno de 118%.

O Brasil, contra intuitivamente, é um dos países que mais contribui com o aumento do aquecimento global. Devido a seus processos agrícolas. No ranking mundial de emissões de gases GEE o Brasil fica na posição 17ª, quando levado em conta apenas as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis. Contudo, quando combina-se essa categoria de emissões com as atividades agrícolas nacionais pulamos para a 4ª posição (CERRI; CERRI, 2007).

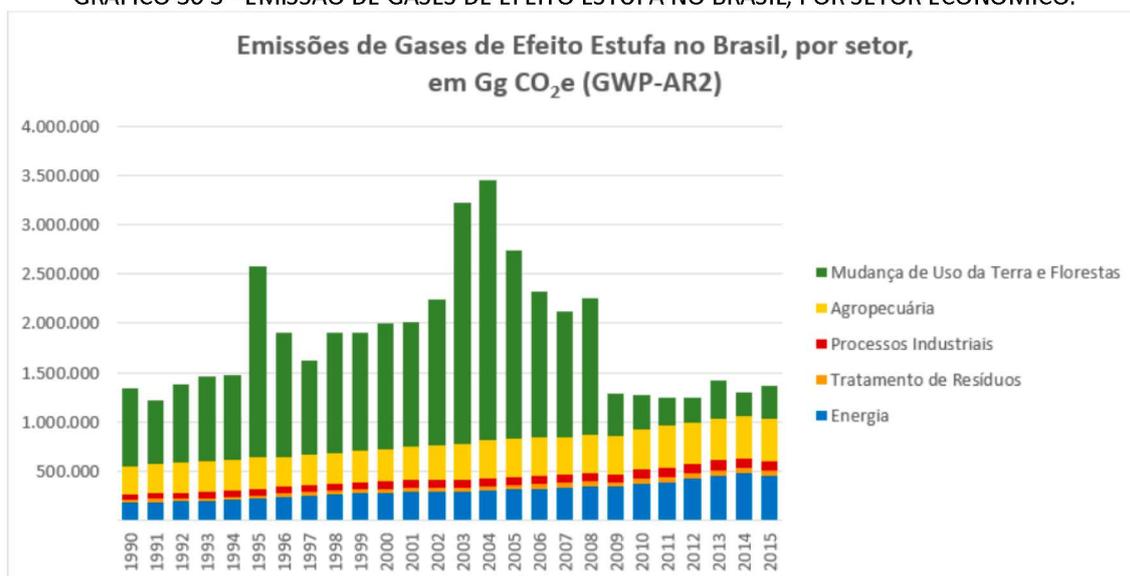
Agora iremos discutir especificamente o papel de cada um dos GEE's no que tange suas emissões devido à atividades humanas. Abaixo serão analisados o papel dentro do processo de aquecimento global dos gases CO_2 , CH_4 e N_2O .

4.1 GÁS CARBÔNICO

O Gás Carbônico (CO_2) ou Dióxido de Carbono é, sem dúvida alguma, o mais famoso GEE. Para se ter ideia, o potencial de aquecimento global (PAG) dos outros GEE é definido sempre em termos do CO_2 . A principal atividade antrópica responsável pelas emissões desse gás é a queima de combustíveis fósseis e não a agricultura. Contudo, as atividades agrícolas contribuem com uma parcela importante da produção antrópica mundial de CO_2 , devido, principalmente, a determinadas formas mais convencionais de preparo do solo (leia-se queimadas). As atividades agrícolas são responsáveis por 15% das emissões antrópicas de CO_2 , no mundo, para dados referentes a 2001 (Bittencourt, 2001)

No Brasil, no que tange a agricultura, a atividade que mais contribui com as emissões de CO_2 são as queimadas, usadas tanto para o preparo de pastos na pecuária, quanto para a limpeza do terreno na preparação para o plantio.

GRÁFICO 3o 3 - EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL, POR SETOR ECONÔMICO.



FONTE: EDUCACLIMA

No gráfico 3 podemos observar as contribuições na emissão de CO_2 , por setor. Como os dados do gráfico estão em termos de CO_2e^4 não podemos unir os setores “Mudança do Uso

⁴ A letra "e" quer dizer equivalente. Ou seja, os outros gases GEE foram tomados em termos de CO_2 .

da Terra e Florestas” e “Agropecuária”, pois C2Oe significa que agregaram os dados de emissões de todos os GEE e os colocaram em termos de CO₂. De qualquer forma, podemos ter uma noção de o quanto cada setor brasileiro contribui com o efeito estufa. Nos anos 2003 e 2004 podemos observar um grande crescimento das emissões de CO₂ devido, principalmente a queimadas na região norte, as maiores registradas até 2017.

É importante observar o caráter duplo de danos que as queimadas geram. Porque, se por um lado ao se queimar uma determinada área florestal, temos a emissão de CO₂, por outro, essa área florestal não irá mais filtrar o CO₂ atmosférico, o que também contribui com a aglomeração desse gás na troposfera.

4.2 GÁS METANO

Gás Metano, de fórmula química CH₄, é outro representante dos GEE. Está presente na atmosfera numa concentração menor que a de CO₂ e maior que a de N₂O . Possui um PAG de 24 unidades de CO₂, para um período de 100 anos. Esse gás é emitido, principalmente, pelo processo de decomposição de resíduos orgânicos, de digestão de animais herbívoros - tendo aqui como principal representante o gado - por algumas formas de manejo do solo - cultivo de arroz por inundação - e pela queima de resíduos vegetais. Segundo dados levantados pelo Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 1995 e 1996, no mundo, as principais atividades emissoras metano para a atmosfera foram: o cultivo de arroz irrigado por inundação, emitindo uma média de 60 Tg⁵ CH₄/ano; a queima de biomassa vegetal, 40 Tg/ano e a pecuária, 85 Tg CH₄/ano para emissões de metano entérico e 25 Tg CH₄/ano para emissões oriundas da decomposição dos dejetos animais. As emissões antrópicas globais de metano ficam entre 300 e 450 Tg CH₄/ano.

No Brasil os estados que mais produzem metano são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio Grande do Sul. Recai sobre a pecuária a liderança entre as atividades que mais liberam CH₄. Segundo dados de 1999 da Embrapa, a pecuária brasileira emite 9,77 Tg CH₄/ano⁶. Na região sul, principalmente no RS, temos uma grande cultura de arroz irrigado por inundação. Segundo dados de 1998, da Embrapa, as emissões totais de metano proveniente desse tipo de cultura foram de 0,28 Tg CH₄/ano, para o ano de 1994 (Lima et al). A queima de

⁵ Tg = Teragrama. Equivale a 1.10⁹ Kg.

⁶ Soma da liberação tanto de Metano entérico quanto da decomposição de dejetos orgânicos.

resíduos agrícolas, apesar de liberar de maneira mais intensiva outros gases como o CO₂, também emite metano. Por dados de 1999 da Embrapa, as emissões de metano decorrentes da queima de biomassa, no ano de 1994, foram de 0,133 Tg CH₄/ano.

TABELA 1 - ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES TOTAIS DE METANO PROVENIENTES DE ATIVIDADES AGRÍCOLAS NO BRASIL, PARA O ANO DE 1994.

Fonte	Valores para 1994 (em Tg/ano)
	Metano
Arroz irrigado	0,28
Queima de resíduos agrícolas	0,133
Pecuária	9,77
Total	10,183

EMBRAPA (1999)

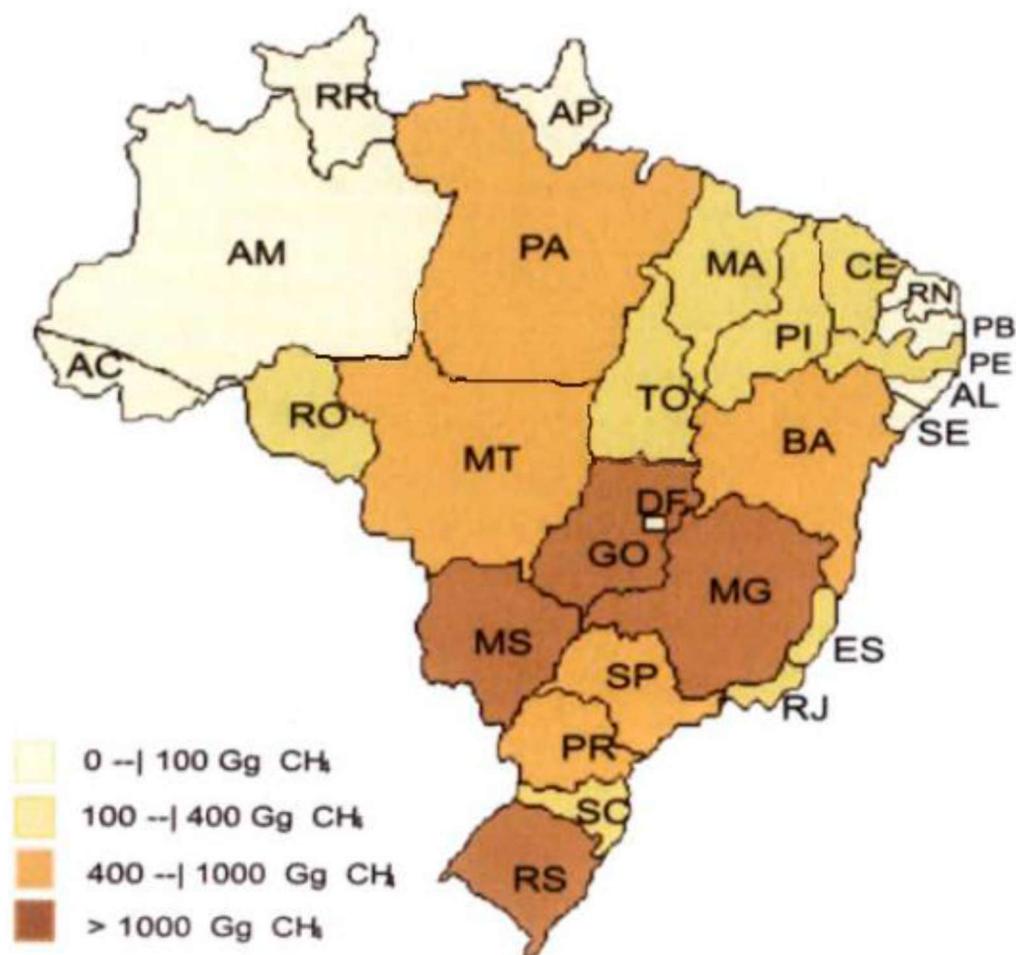
TABELA 2 - ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE METANO, POR REGIÃO, PARA O ANO DE 1994.

Região	Emissões em 1994 em Tg/ano
	Metano
Norte	1,106
Nordeste	1,666
Sudeste	2,422
Sul	1,904
Centro-Oeste	3,09
Brasil	10,188

EMBRAPA (1999)

A imagem 4 sintetiza as informações do parágrafo anterior. Quando mais escuro o estado, maior é sua contribuição com as emissões antrópicas brasileiras de metano. A legenda da figura está informando as emissões de CH₄ na ordem de Gg CH₄/ano⁷.

⁷ Gg = Gigagrama. Equivale a 1.10⁶ Kg.

IMAGEM 4 - EMISSÕES DE CH₄, PROVENIENTES DE ATIVIDADES AGRÍCOLAS, NO BRASIL

FONTE: EMBRAPA 1998, 1999)

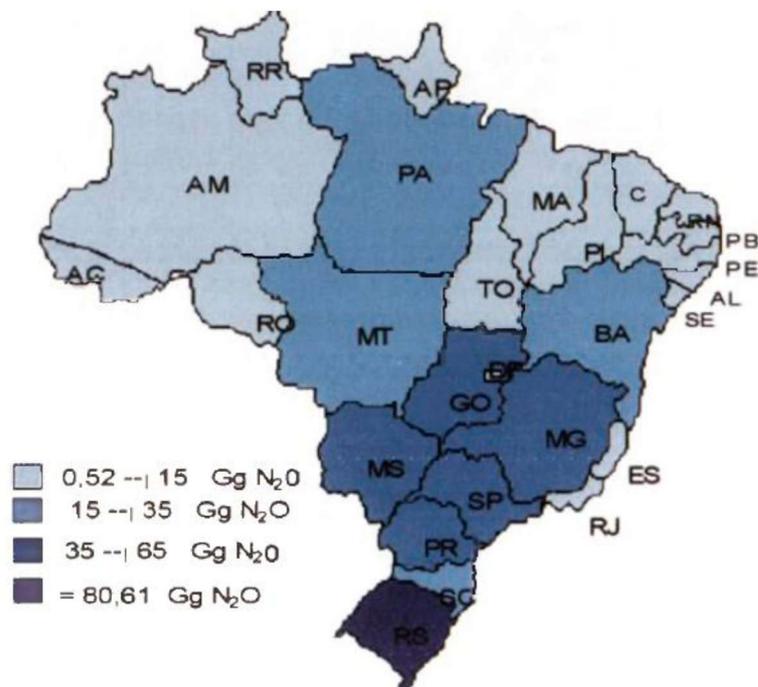
4.3 ÓXIDO NITROSO

Óxido Nitroso, de fórmula química N₂O, é um dos Gases do Efeito Estufa (GEE). Felizmente, entre os gases GEE, o óxido nitroso é o que é emitido em menor quantidade pelas atividades humanas. Isso não significa, entretanto, que as emissões atuais não são preocupantes, visto que o potencial de aquecimento global (PAG) do N₂O, para um período de 100 anos, é de 296 unidades de CO₂. Isso equivale a dizer que o óxido nitroso é 296 vezes mais efetivo que o CO₂ no aquecimento terrestre. A produção antrópica de N₂O é derivada principalmente de atividades agrícolas e industriais. *Na agricultura, o N₂O é proveniente de processos microbiológicos que ocorrem nos solos agrícolas, enquanto na indústria a produção de nylon e a queima de combustíveis fósseis são as principais fontes* (ZANATTA, 2009).

Como no presente trabalho estamos focados na questão agrícola, vamos discutir mais profundamente quais são, dentro das atividades agrícolas, os mecanismos pelos quais o

N_2O é liberado à atmosfera. Segundo Lima (2002), os principais canais de distribuição do óxido nítrico ao ar são: uso de fertilizantes nitrogenados; fixação biológica de nitrogênio; dejetos de animais no solo; queima de resíduos agrícolas e a lixiviação. Apesar de, abordarmos a questão dos fertilizantes na sessão 2, esses compostos, quando nitrogenados também são capazes de emitir Óxido Nítrico ao ar. *O aumento das adições de fertilizantes nitrogenados em solos agrícolas tem sido indicado como o principal responsável pelas crescentes emissões de N_2O à atmosfera (Lima et al, 2002)* Globalmente, se estima que as emissões antrópicas totais de N_2O estejam entre 3,7 e 7,7 Tg N_2O /ano, com uma média de 5,7 Tg N_2O /ano (IPCC, 1995). As emissões decorrentes do uso do solo são estimadas em 2,5 Tg N_2O /ano, as provenientes de animais de pastoreio 1,6 Tg N_2O / ano.

No Brasil, os estados que mais contribuem com as emissões antrópicas de óxido nítrico, segundo Lima *et al* com base em dados da Embrapa, para o ano de 1994, são: RS; SP e MG. A principal razão para esse resultado é o intenso uso agrícola dos solos. No mapa abaixo a participação de cada estado, nas emissões antrópicas de N_2O no Brasil, para o anos de 1994.

IMAGEM 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMISSÕES DE N₂O ORIUNDAS DAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS NO BRASIL

FONTE: EMBRAPA 1998, 1999

A principal fonte emissora de óxido nitroso no Brasil é o uso agrícola dos solos. No ano de 1994, segundo dados de 1999 da Embrapa, estima-se que a área agrícola brasileira emitiu 0,32 Tg N₂O /ano para a atmosfera. As duas outras principais fontes do gás - à saber, dejetos da pecuária e queima de resíduos agrícolas - tiveram, cada uma, também para o ano de 1994, emissões na ordem de 0,006 Tg N₂O /ano.

TABELA 3 - ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE ÓXIDO NITROSO, POR REGIÃO, PARA O ANO DE 1994.

Fonte	Valores para 1994 (em Tg/ano)
	Óxido Nitroso
Queima de resíduos agrícolas	0,0066
Pecuária	0,0065
Solos agrícolas	0,32
Total	0,34

EMBRAPA (1999)

5 EFEITOS DO AGRONEGÓCIO SOBRE O SOLO

Grande parte das atividades do agronegócio geram efeitos nocivos aos substratos produtivos terrestres. Seja a compactação da terra - facilitando os processos erosivos, ao dificultar a infiltração de água até às raízes das plantas - devido ao pisoteio animal ou a circulação de maquinário, seja o processo de queimada para preparo de terreno - que gera diminuição da fertilidade da área, devido à liberação de nitrogênio e carbono orgânico do solo. Esses efeitos negativos são preocupantes porque geram externalidades - não apenas - no solo, a matéria-prima da produção agrícola. Chamamos esses efeitos nocivos ao solo de degradação. O termo degradação abarca diversas formas de externalidades ao solo, devido a essa amplitude terminológica, há dificuldade em cunhar apenas um conceito para o termo. Entretanto há consenso, quase universal, de que o processo de degradação pode ser definido como uma perda da produtividade de determinada área de terra, devida à atividade humana (Gibbs *et al*, 2015) Estima-se que no substrato terrestre contenha-se, em média, três vezes mais carbono que na atmosfera (Young *et al*, 2015). Esse carbono presente no solo é o chamado carbono orgânico do solo ou SOC (Soil Organic Carbon). O SOC é responsável por aproximadamente 58% de toda a matriz orgânica do solo. A quantidade de carbono orgânico presente em uma determinada área de terra é um dos maiores indicativos de sua qualidade (Young *et al*, 2015). Além disso os níveis de SOC também contribuem com certas propriedades do solo, como a capacidade de absorção de água e sais minerais. Note que quanto maior a capacidade de uma área absorver água, maior é a sua resistência à erosão hídrica, uma das formas de degradação. Conforme uma área sofre degradação o solo perde esse carbono orgânico, geralmente na forma de CO₂. O principal fator que contribui com a degradação, gerando perdas de SOC do solo é a mudança de uso da terra. Essas mudanças abarcam qualquer variação gerada por ação humana em uma determinada área natural. No âmbito do agronegócio, mudanças de uso da terra estão ligadas ao manejo agrícola do solo, seja a conversão de vegetação em pasto, seja queimadas para preparo do solo, entre outras. Estima-se que, no mundo, no período compreendido entre 1850 a 1998, os processos de degradação contribuíram com a emissão de 55 a 135 bilhões de toneladas de carbono - na forma de CO₂ - do solo para a atmosfera (Lal, 2004). A matriz orgânica do solo também é composta por outro elemento químico que, frente a processos de degradação, é liberado na forma de GEE. Tal elemento é o nitrogênio, liberado como N₂O .

Estimativas recentes apontam que todos os anos 24 bilhões de toneladas de terra fértil são danificadas, de maneira irrecuperável e que os processos de degradação afetam 1,9 bilhões de hectares de terra em todo o mundo (Young *et al*, 2015). Também se estima que as

atuais tendências mundiais de degradação geradas pelo agronegócio irão levar a um declínio de 12% na produção mundial de alimentos, o que, por sua vez, resultará em um aumento médio de 30% nos preços mundiais de comida (Young, et al, 2015). Outro estudo importante, nessa linha, é um realizado pela ELD (Economics of Land Degradation Initiative) em 2015. Nesse estudo foi calculado o custo médio anual da degradação da terra, para todo o mundo. Estimou-se que os processos de degradação geram custos na ordem de 6,3 a 10,6 trilhões de dólares por ano. Além disso, o mesmo estudo também estimou que caso consigamos aumentar os estoques de carbono no solo e usar de práticas agrícolas mais sustentáveis podem ser atingidos maiores níveis de produção de grãos, com incrementos produtivos na ordem de 1,4 trilhões de dólares (ELD, 2015).

O território agricultável brasileiro é muito vasto e heterogêneo, de maneira que várias formas diferentes de degradação se fazem presentes. Nos próximos parágrafos iremos discutir individualmente os principais processos degradativos brasileiros e seus impactos.

5.1 EROSIÃO

A erosão é um processo caracterizado pela movimentação de sedimentos do solo, geralmente de um ponto mais alto para outro mais baixo. Os principais agentes erosivos são: a chuva (erosão hídrica), os rios (erosão fluvial) e o vento (erosão eólica). Ainda que o ser humano não seja propriamente um agente erosivo, algumas de suas atividades contribuem para a intensificação desses processos, o que é chamado de erosão antrópica. No Brasil, o agente erosivo que mais causa danos ao solo é a erosão hídrica, por meio da hiper lavagem da camada superficial do solo. Essa camada é transportada pela água escoada, sendo depositada em níveis mais baixos que o original. Muitas vezes o destino final da água e do solo que ela carrega é o leito de cursos d'água, trazendo inúmeros problemas de ordem ambiental.

Os processos erosivos estão presentes em todo o território brasileiro, de maneira mais ou menos intensa. O que caracteriza a intensidade desses processos nas diferentes áreas agrícolas pelo Brasil é a erodibilidade do solo na área e a pressão de uso da terra. Este último fator diz respeito a intensidade com a qual a terra é usada, seja para as práticas agrícolas ou pecuárias. A erodibilidade, por sua vez, é uma característica presente em todos os solos. Ela mede o nível de suscetibilidade de cada tipo de solo aos processos erosivos. Quanto maior o nível de erodibilidade de um solo, menos resistência à erosão ele tem. Algumas práticas agrícolas têm como efeito o aumento da erodibilidade dos solos onde são praticadas. Além

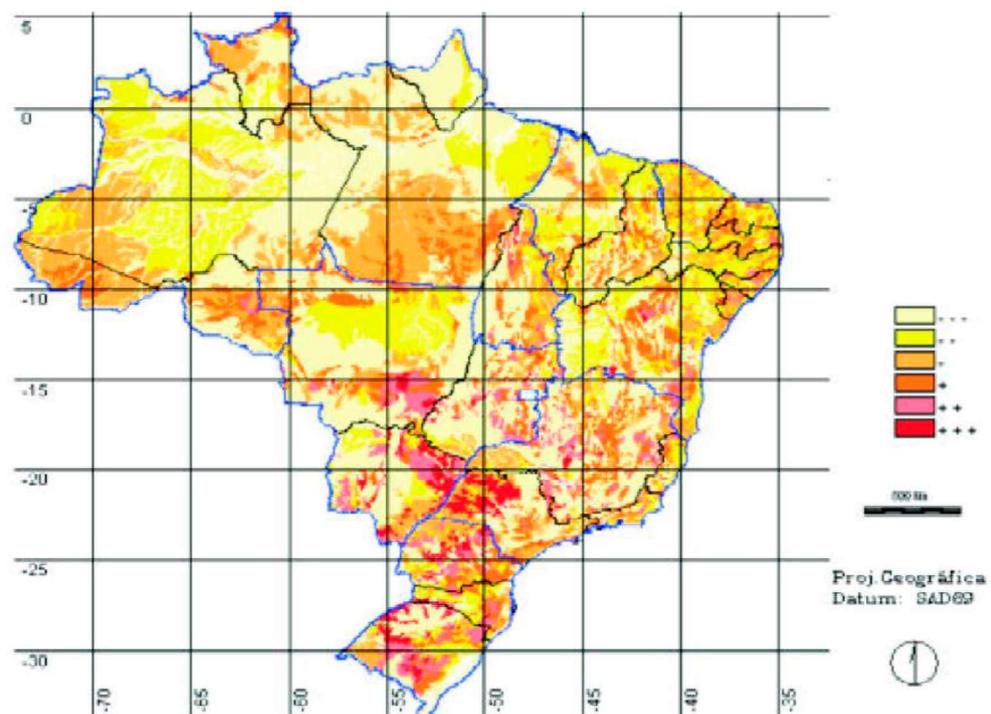
disso, é importante ter em mente que cada tipo de solo tem suas próprias características e, por isso, demanda particulares formas de manejo, sob pena de diminuição de fertilidade a taxas mais altas ou maiores níveis de erodibilidade. Alguns dos fatores que influenciam o nível de erodibilidade de um solo em uma determinada área são:

I) Porosidade da terra - Quanto mais porosa é uma área, maior será a infiltração da água, durante episódios de chuva. Consequentemente, menor será a quantidade de água escoada e solo movimentado.

II) Inclinação do solo - Quanto mais inclinado o solo de uma área, mais facilmente a água escoará, levando consigo substrato terrestre e o depositando num nível menor que o original.

III) Nível de proteção vegetal - Quanto maior a cobertura vegetal em uma área, menor será a incidência de chuva diretamente ao solo, diminuindo assim os efeitos erosivos da água precipitada.

IMAGEM 6 - ÁREAS VULNERÁVEIS À EROÇÃO RESULTANTES DO CRUZAMENTO ENTRE PRESSÃO DE USO E ERODIBILIDADE DOS SOLOS.



FONTE: USO AGRÍCOLA DOS SOLOS BRASILEIROS, EMBRAPA (2002)

Na imagem 6 podemos observar a escala de cores no lado direito do mapa. De cima para baixo temos as cores representando os crescentes graus de vulnerabilidade à erosão. Analisando o mapa podemos observar que as terras mais vulneráveis à erosão se localizam na região Sul e Centro-Oeste. Essa vulnerabilidade ocorre principalmente por causa da pressão pelo uso de terras nessas áreas, as mais agricolamente ativas do Brasil.

Os problemas de ordem ambiental advindos dos processos erosivos podem ser classificados em internos à propriedade agrícola e externos a ela (Marques 1998). Em geral os custos externos são superiores aos internos, pois esses últimos normalmente levam em conta apenas a quantificação econômica dos nutrientes perdidos pela erosão, dentro da área de plantio.

Segundo estudo do Embrapa, publicado em 2002, estima-se que os custos anuais internos às propriedades rurais brasileiras devido aos processos erosivos estavam na ordem de R\$ 5,73 bilhões/ano (Tabela 6). Esse valor se refere aos custos de reposição dos macronutrientes⁸ do solo, tanto para áreas agrícolas como pecuárias (Embrapa, 2002).

Ainda segundo o mesmo estudo, foram também estimados que os custos anuais externos às propriedades agrícolas brasileiras, foram de R\$ 3,30 bilhões/ano (Tabela 6). Curiosa e contra intuitivamente esses custos foram inferiores aos internos às propriedades. Isso ocorreu provavelmente porque a análise de custos não levou em conta vários fatores deletérios externos que são provocados pela erosão (Embrapa, 2002). Dessa forma, certamente essas estimativas estão consideravelmente subestimadas.

TABELA 4 - ESTIMATIVAS DOS CUSTOS ANUAIS EXTERNOS À PROPRIEDADE, DERIVADOS DOS PROCESSOS EROSIVOS NO BRASIL.

Impactos	R\$ (milhões)	US\$ (milhões)
Tratamento de água para consumo humano	R\$ 124,30	\$ 49,70
Reposição reservatórios	R\$ 196,00	\$ 78,40
Manutenção de estradas	R\$ 332,00	\$ 132,80
Recarga de aquíferos	R\$ 1.280,00	\$ 512,00
Consumo de combustíveis	R\$ 1.300,00	\$ 520,00
Gases de efeito estufa	R\$ 1,20	\$ 0,50
Energia elétrica em áreas irrigadas	R\$ 52,50	\$ 21,00
Total	R\$ 3.286,00	\$ 1.314,40

(US\$ 1 = R\$ 2,5)

FONTE: EMBRAPA (2002))

⁸ Nitrogênio, Potássio, Fósforo, Cálcio, Magnésio, Enxofre, entre outros.

TABELA 5 - ESTIMATIVAS DOS CUSTOS ANUAIS EXTERNOS E INTERNOS ÀS PROPRIEDADES, DERIVADOS DOS PROCESSOS EROSIVOS NO BRASIL

Impactos	R\$ (bilhões)	US\$ (bilhões)
Internos à propriedade	R\$ 5,73	\$ 2,30
Externos a propriedade	R\$ 3,30	\$ 1,30
Total	\$ 9,03	\$ 3,60

(US\$ 1 = R\$ 2,5)

FONTE: EMBRAPA (200)

5.2 QUEIMADAS

Tem-se registro do uso de queimadas por parte de comunidades humanas desde que nós aprendemos a manipular o fogo. Antes da revolução agrícola usavam-se as queimadas para a caça e após ela passamos a usá-las também com o intuito de limpar áreas nativas e preparar porções de terra para o plantio de variadas culturas.

O processo de queimada faz com que as cinzas produzidas ajam como fertilizantes do solo. No curto prazo - no máximo 3 anos - observa-se um aumento na disponibilidade de Ca, Mg, K e P para as plantas da área, ajudando no crescimento das culturas (Nunes et al, 2006; Nunes et al, 2009; Melo et al, 2006). Contudo, ainda que essa prática gere algum benefício produtivo no curto prazo, no longo prazo ele é suplantado devido a perda de matéria orgânica do solo - que contribui para sua fertilidade - e o expressivo aumento da erodibilidade da área, devido a perda da proteção vegetal (Barbosa, 2011)

Além disso, apesar dos ganhos monetários que as queimadas podem propiciar aos proprietários rurais, é interessante observar os custos econômicos que essa prática gera, tanto para a sociedade, quanto para o produtor individual. Com isso em mente, em 2002, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) desenvolveram conjuntamente um estudo com o objetivo de estimar os custos econômicos das queimadas. Nesta pesquisa, primeiramente são definidos dois conceitos sobre as perdas vegetais por causa de queimadas. Primeiramente é definido que o termo “queimada” é um processo intencional do uso do fogo por parte do agronegócio e o “fogo acidental”, ou incêndio, é o processo de queimada que sofreu uma perda de controle e extrapolou os limites de queima previamente estabelecidos. Os autores usaram dados de 1996 a 1999 para estimar os custos econômicos das queimadas para o próprio agronegócio na região amazônica - objeto geográfico das estimativas.

TABELA 6 - PERDAS MONETÁRIAS DO AGRONEGÓCIO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA, DERIVADAS DE QUEIMADAS NA MESMA REGIÃO.

Ano	Perda de pastagem		Perda de cerca			Total de perdas agropecuárias	
	Km ²	US\$ (Milhões)	Km	US\$ (Milhões)		US\$ (Milhões)	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1996	6.510	\$ 7,50	15.329	\$ 4,90	\$ 24,30	\$ 12,40	\$ 31,80
1997	10.275	\$ 14,50	24.194	\$ 7,80	\$ 38,30	\$ 22,30	\$ 52,80
1998	19.408	\$ 24,50	45.698	\$ 14,70	\$ 72,40	\$ 39,20	\$ 96,60
1999	18.649	\$ 20,50	43.910	\$ 14,00	\$ 69,60	\$ 34,50	\$ 90,10
Total	54.842	\$ 67,00	129.131	\$ 41,40	\$ 204,60	\$ 108,40	\$ 271,60
Média	13.711	\$ 16,80	32.283	\$ 10,40	\$ 51,20	\$ 27,10	\$ 67,90

Perdas monetárias expressas em dólares de 1998

1. Cálculo baseado no valor da perda de arame

2. Estimativa baseada no valor da cerca perdida integralmente

FONTE: IPEA 2002

Nota-se que as perdas totais do agronegócio, para o período ficaram entre US\$108,40 e US\$271,60 milhões. A coluna referente a perdas de pastagens, dizem respeito às perdas de áreas, antes florestais, já modificadas pelo homem, perdidas devido ao descontrole de queimadas. Interessante lembrar que essas estimativas são apenas para a região da fronteira agrícola amazônica, portanto, se formos analisar o resto do Brasil, as estimativas serão muito provavelmente maiores.

Além desses custos referentes ao próprio agronegócio, às queimadas também geram problemas à sociedade como um todo, muitas vezes em áreas distantes da onde ocorreram. Quando o fogo queima matriz vegetal o carbono absorvido por essa matriz é liberado, geralmente na forma de dióxido de carbono, de maneira que se aumentam as concentrações de gases GEE na atmosfera. A queima também produz muita fumaça que impacta negativamente na qualidade do ar. De maneira que algumas regiões da amazônia, nas épocas de queimadas, ficam com essa qualidade inferior à de centros urbanos como São Paulo (Motta et al, 2002). Obviamente a qualidade baixa do ar impacta a vida cotidiana da sociedade, de modo que o volume de queimadas tem uma correlação positiva com o número de casos de doenças respiratórias, na região norte (Motta et al, 2002).

5.3 SALINIZAÇÃO

O termo salinidade se refere à presença de sais minerais mais solúveis em água fria que o Sulfato de Cálcio, em quantidades que interfiram no desenvolvimento de vegetais

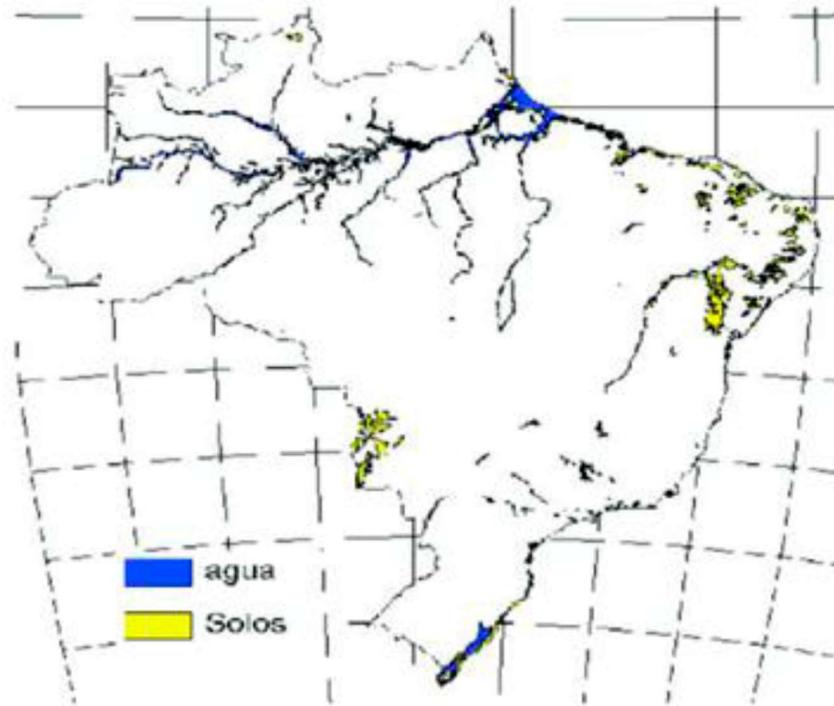
(Embrapa Solo, 1999). A salinidade do solo pode ser desenvolvida exclusivamente por processos naturais, antrópicos ou mesmo pelo arranjo das duas formas. Analisando a questão natural, estão mais propensos à salinização solos situados em regiões de baixa precipitação pluvial, deficiência relativa de drenagem interna⁹, alto déficit hídrico e alto potencial de evapotranspiração¹⁰. No que tange às causas antrópicas da salinização temos a irrigação e a drenagem. A prática da agricultura irrigada - principalmente em regiões áridas ou semi-áridas, onde as taxas médias pluviométricas são mais baixas - é tida como uma das principais origens dos processos de salinização (Embrapa, 2002). O processo ocorre da seguinte maneira: quando se realiza a irrigação de uma área, a qual tenha as características mencionadas no parágrafo anterior, a água, que contém sais minerais, se acumula em horizontes superficiais. Essa água então sofre o processo de evapotranspiração, mas deixa nesses mesmo horizontes superficiais seus sais minerais. Esses sais, ao se acumularem, começam a tornar o solo mais salinizado, dificultando o desenvolvimento das culturas. É importante ter em mente que esses sais acumulados, por meio de processos eletroquímicos com o solo, levam a uma perda ainda maior da capacidade natural de drenagem do solo, fato que retroalimenta o processo de salinização (Embrapa, 2002).

No Brasil, a maior parte dos solos em processo de salinização estão localizados no Nordeste. Estima-se que, de todo o território nacional, 2% sofra desse problema (Embrapa Solos - Mapa de solos do Brasil).

⁹ Se refere a facilidade que determinado solo tem de permitir que a água se infiltre.

¹⁰ Perda de água do solo em decorrência de evaporação.

IMAGEM 7 - ÁREAS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO QUE SOFREM DE PROCESSOS DE SALINIZAÇÃO



FONTE: EMBRAPA SOLOS (2002)

A imagem 7 mostra, em amarelo, as áreas do território nacional que sofrem com processos de salinização. Estima-se que no nordeste uma área de 85.931 Km² estejam em processo de salinização (Pereira, 1983, citado por Embrapa, 2002).

6 O FUTURO AGRÍCOLA BRASILEIRO

Dentre todas as atividades humanas, a agricultura não é a única que possui práticas pouco sustentáveis, que contribuem com os processos degradativos do solo ou com aqueles emissores de gases GEE. Entretanto, diferentes dessas outras atividades, o agronegócio como um todo está entre as atividades humanas que mais são sensíveis a mudanças climáticas, um dos produtos invariáveis do descontrole nas práticas não sustentáveis. Nesta seção iremos discutir brevemente os impactos que irá sofrer o agronegócio brasileiro frente a cenários de mudanças climáticas. As informações aqui expostas advêm de trabalhos brasileiros sobre o tema da economia frente às variações do clima, derivados de dois cenários propostos pelo IPCC e adaptados ao Brasil. Um chamado de A2-BR onde toma-se como regra que a economia mundial - incluindo o Brasil - não se adapta às práticas sustentáveis nas suas atividades econômicas, e outro chamado de B2-BR, onde os governos realizam adaptações econômicas e políticas quanto a sustentabilidade.

Pinto et al (2009), se utilizando dos dados do zoneamento oficial de riscos climáticos¹¹ de 2007, estimou as variações das áreas potenciais de plantação de 9 culturas, frente aos cenários B2-BR e A2-BR. A estimativa, além dos dados do zoneamento, utilizou-se de uma modelagem de projeção de cenários climáticos futuros, onde se calcula o rearranjo da distribuição das culturas em face dos aumentos de temperaturas, das variações dos níveis de evapotranspiração e dos níveis de deficiência hídrica.

TABELA 7 - VARIAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS DE PLANTAÇÃO FRENTE AOS CENÁRIOS A2-BR E B2-BR.

CULTURAS	VARIAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ATUAL					
	Cenário B2-BR			Cenário A2-BR		
	2020	2050	2070	2020	2050	2070
Algodão	-11%	-14%	-16%	-11%	-14%	-16%
Arroz	-9%	-13%	-14%	-10%	-12%	-14%
Café	-7%	-18%	-28%	-10%	-17%	-33%
Cana	171%	147%	143%	160%	139%	118%
Feijão	-4%	-10%	-13%	-4%	-10%	-13%
Girassol	-14%	-17%	-18%	-14%	-16%	-18%
Mandioca	-3%	-7%	-17%	-3%	-13%	-21%
Milho	-12%	-15%	-17%	-12%	-15%	-17%
Soja	-22%	-30%	-35%	-24%	-34%	-41%

FONTE: PINTO, et al (2009)

Observa-se uma variação negativa para todas as culturas, para os dois cenários, em todas as linhas temporais, com exceção da cana-de-açúcar. Isso ocorre muito provavelmente porque a cana é uma planta com elevada adaptação às altas temperaturas e responde muito bem às deficiências hídricas. Além disso, pela tabela acima dispor sobre a área potencial de cada cultura, infere-se que enquanto outras culturas perdem área potencial devido às mudanças climáticas, a cana captura-as para si, na medida em que as variações no clima permitem. No que tange a pecuária, Pinto et al (2009) afirma que em face de aumentos na ordem 3°C na temperatura média podem ser perdidos até 25% da capacidade de pastoreio para bovinos de corte, o que levaria a um aumento do custo de produção entre 20% e 45%. Podendo levar a carne brasileira a ficar mais cara que a de seus concorrentes sul-americanos, caso nesses outros países os efeitos das mudanças no clima sejam mais brandos que no Brasil.

¹¹ Indica datas ou períodos de plantio ou semeadura, por culturas e municípios, considerando características do clima e do solo, com objetivo de minimizar as perdas agrícolas.

Moraes e Filho (2010) utilizando-se dos mesmos cenários A2-BR e B2-BR do IPCC chama a atenção para as disparidade dos efeitos econômicos das regiões brasileiras frente aos efeitos das mudanças ambientais. Pode-se perceber pelos seus estudos um efeito econômico negativo maior nas regiões brasileiras que são mais dependentes do agronegócio. Nos dois cenários a região nordeste e centro-oeste - este último principalmente por causa do recuo produtivo da soja - sofrem mais com as variações climáticas que a região sudeste e sul. As atividades industriais e as variações positivas da produtividade da cana-de-açúcar explicam os resultados positivos da região sudeste.

TABELA 8 - RESULTADOS DOS NÍVEIS DE ATIVIDADE FRENTE ÀS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NO CENÁRIO A2-BR (%)

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
PIB Real	-0,01	-4,07	0,83	-0,15	-2,98	-0,28
Investimentos	0,39	-3,66	0,67	0,53	-0,58	0,01
Consumo do Governo	0,29	-4,76	0,15	0,19	-0,65	-0,66
Consumo das Famílias	0,36	-4,76	0,15	0,19	-0,7	-0,7
Exportações	1,53	2,19	3,56	-2,39	-10,08	1,69
Importações	-0,1	-2,24	0,4	0,32	-0,34	0

FONTE: MORAES E FILHO (2010)

Frente a mudanças climáticas os padrões e arranjos de uso da terra - entre pastagens, lavouras e florestas - dentro dos estabelecimentos agrícolas, também muda substancialmente, segundo Feres et al (2009). Conforme o clima influencia as variáveis econômicas como produção e preço de insumos o proprietário define novas estratégias de produção. Feres et al (2009) criou um modelo que estima as variações nesses padrões de uso da terra, por meio das mudanças das variáveis explicativas - preço dos produtos, preço dos insumos e variações agroclimáticas. No estudo o autor simulou, por meio das médias de temperatura e precipitação esperada, para o período de 1961 a 1990, as áreas brasileiras destinadas à lavoura, florestas e pastagens. Em seguida estimou a alocação de uso da terra, para essas mesmas destinações, com relação aos cenários A2-BR e B2-BR. Por fim comparou as duas simulações e calculou a variação percentual de cada tipo de destinação, em cada região brasileira.

Foi observado que, em todo o território nacional, entre, aproximadamente, 15% e 20% das áreas florestais de propriedades agrícolas poderiam ser perdidas até 2070. Tanto para o cenário A2-BR quanto para o B2-BR, em decorrência das variações climáticas previstas pelo

IPCC. A área das pastagens são as principais beneficiárias dessa perda de áreas florestais, visto que tem aumentos, para o mesmo período, da ordem de 11%, enquanto as variações positivas para as áreas de lavoura ficam entre 2,7% e 3,1%. No estudo, destacam-se as variações positivas substanciais das áreas de lavoura na região Norte - para os dois cenários - da onde se infere uma possível maior pressão sobre as áreas florestais.

TABELA 9 - VARIAÇÕES PERCENTUAIS DAS ÁREAS DE LAVOURA, PASTO E FLORESTAS, NOS ESTABELECIMENTO AGRÍCOLAS BRASILEIROS.

REGIÃO	CENÁRIO A2-BR								
	2010-2040			2040-2070			2070-2100		
	Lavoura	Pasto	Floresta	Lavoura	Pasto	Floresta	Lavoura	Pasto	Floresta
Brasil	-1,70%	11,10%	-17,10%	3,10%	11,10%	-19,36%	11%	6,50%	-15,60%
Norte	-2,40%	17,70%	-14,60%	17,90%	16,79%	-15,80%	44,10%	10,40%	-13,30%
Nordeste	-27,60%	28,30%	-17,90%	-18,90%	25,10%	-18,70%	31,80%	9,80%	-27,20%
Sudeste	-7%	4,90%	-23,90%	11,10%	5,90%	-30,60%	-7,60%	9,60%	-23,8
Sul	27,90%	-6%	-32,20%	30,40%	-4,60%	-40,20%	33,40%	-16,80%	-13,20%
Centro-Oeste	-6,40%	8,40%	-14,20%	-7,10%	10,20%	-17,40%	-12%	9,30%	-14,70%
REGIÃO	CENÁRIO B2-BR								
	2010-2040			2040-2070			2070-2100		
	Lavoura	Pasto	Floresta	Lavoura	Pasto	Floresta	Lavoura	Pasto	Floresta
Brasil	0,50%	9,90%	-16,20%	2,70%	10,60%	-18,20%	-3%	10,10%	-15%
Norte	4%	13%	-11,30%	10,3	15,50%	-14%	24,90%	12,80%	-13,30%
Nordeste	-26,60%	25,50%	-15,60%	-23,50%	25,11%	-16,45%	12,60%	14,10%	-22,30%
Sudeste	13,60%	3,50%	-25,50%	16,30%	3,70%	-28,50%	-20,30%	13,60%	-24%
Sul	22,60%	-2,70%	-31,80%	27,10%	-1,70%	-42%	15,30%	-8,60%	-4,70%
Centro-Oeste	-5,10%	8%	-13,50%	-9,10%	9,60%	-15,90%	-15,20%	10%	-15,35%

FONTE: FERES, et al (2009)

Quanto a perdas econômicas, levando-se em conta não apenas o agronegócio, mas todas as atividades nacionais, Haddad et al (2009) estima, usando um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) onde são simulados os cenários do IPCC sem levar em conta as mudanças climáticas, que o PIB brasileiro cresce, em média, 4,2% ao ano para o período de 2008 a 2035 e 3,77% ao ano para o período de 2035 a 2050, para o cenário A2-BR e para os mesmos intervalos temporais, respectivamente, 4,24% e 3,95% no cenário B2-BR. Quando se levam em conta as mudanças climáticas o autor projeta perdas, no ano de 2050, de 0,5% do PIB no cenário A2-BR, quando comparado ao mesmo cenário sem o efeito das variações climáticas e de 2,3% para as comparações do cenário B2-BR. Mesmo que no cenário B2-BR haja uma perda de PIB maior para o ano de 2050 que no A2-BR, a economia brasileira tem mais ganhos absolutos naquele cenário, devido às maiores taxas anuais de crescimento.

As mudanças climáticas geram impactos com diferentes pesos sobre as várias atividades econômicas. O agronegócio, entretanto, é a atividade que mais sofre com esses impactos (Haddad et al, 2009). O autor estima que frente às variações no clima o agronegócio brasileiro irá sofrer quedas de produção na ordem de 3,6% a 5% em 2050. Os impactos não serão homogêneos entre as regiões, de modo que regiões mais dependentes da agricultura irão sofrer mais, com exceção da região sul que aumentará sua produtividade frente ao aumento médio de temperatura global, em detrimento das outras regiões brasileiras. Isso porque o clima do sul é muito frio e pouco propício para certas culturas, conforme a temperatura aumenta as áreas potenciais para o plantio também crescem.

Por fim, Haddad et al (2009), por meio de uma comparação entre o crescimento anual do PIB de 2008 a 2050 com e sem mudanças climáticas, para os dois cenários do IPCC, estima os custos anuais das mudanças climáticas, para toda a economia brasileira. Dessa forma se os custos da insustentabilidade até 2050 fossem antecipados para 2008 - ano o qual a pesquisa foi realizada - teríamos cifras no ordem de R\$ 719 bilhões nas comparações do cenário A2-BR e R\$ 3,655 trilhões nas do cenário B2-BR

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os dados apresentados neste trabalho ficam claros os problemas de ordem sustentável do agronegócio. Uma prática econômica tão estritamente ligada à natureza e na mesma medida tão devastadora a ela, nas produções em grande escala e em manejo intensivo. Os cenários de aumento populacional irão continuar pressionando o setor agrícola mundial a aumentar sua produtividade ao mesmo tempo em que as variações de clima e fertilidade do solo irão re-alocar as áreas com potencial produtivo. Como atualmente essas áreas - que não são florestas, regiões montanhosas ou urbanas - são limitadas, é possível que as realocações produtivas gerem diminuição da oferta de produtos agrícolas, caso os avanços tecnológicos não sejam capazes de aumentar ou manter a produtividade.

O papel da tecnologia é de suma importância na produção agrícola seja para possibilitar o cultivo de determinadas culturas em regiões exóticas - por meio da manipulação genética - seja para aumentar a resistência das plantas à variações de clima, características do solo ou até mesmo pragas. A importância relativa da tecnologia, particularmente no âmbito agrícola, irá crescer cada vez mais, especialmente dentro de uma conjuntura mundial que siga os cenários previstos pelo IPCC.

As práticas sustentáveis estão aumentando cada vez mais sua importância relativa, não apenas no âmbito do agronegócio, como em todas as atividades humanas. O marketing da sustentabilidade, como ferramenta de captura de mercado e aumentos de receitas, já foi adotado em vários setores. Segundo Sammer e Wustenhagen (2006) consumidores, em geral, tem predisposição a pagar mais por produtos ecologicamente sustentáveis. Entretanto, dentro do agronegócio de escala intensiva e alta produtividade ainda não parece haver tanto engajamento no que tange a sustentabilidade, o agro não é pop. Apesar do setor agrícola ser, de fato, importantíssimo para a economia brasileira como um todo e ter força para gerar desenvolvimento dentro de toda sua cadeia produtiva, não se observa esse desenvolvimento sendo extrapolado para outras áreas, ficando confinado à grande produção intensiva. Mesmo dentro do setor agrícola mais tecnológico, o Brasil ainda se caracteriza pela exportação de produção primária e importação de produtos mais tecnologicamente robustos, caso do café, por exemplo. Observando-se os cenários de variação climática, como dito anteriormente, é importante que o setor agrícola use seu poder financeiro para se adaptar a essas previsões e possa assim diminuir seus efeitos negativos, bem como desenvolver técnicas mais sustentáveis. É importante que no futuro esses objetivos sejam atingidos, seja por meio de políticas públicas direcionadas a conscientização, seja por estímulos financeiros, como isenção de impostos, por exemplo.

Durante a pesquisa foi observada uma relativa falta de trabalhos na área econômica sobre a sustentabilidade da agricultura. Esse é um tema importante o qual merece mais atenção por parte da comunidade acadêmica, visto o papel relativo do setor agrícola na economia brasileira. Como ficou exposto nas seções anteriores, uma gama de práticas agrícolas convencionais gera efeitos nocivos ao solo e, no longo prazo, contribuem para a diminuição de sua fertilidade, principalmente pela perda de carbono orgânico do solo. Futuros estudos podem estimar as variações percentuais de perda de fertilidade em decorrência do aumento dos níveis de degradação para determinadas áreas e assim gerarem valiosos dados para estimativas do comportamento do PIB agrícola futuro e formas mais assertivas de manejo sustentável do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Roberto A. Ramos de. **Direito do meio ambiente e participação popular**. Brasília: IBAMA, 1994.
- AKTAR, M. W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. **Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards**. *Interdisciplinary Toxicology*, 2009.
- BARBOSA, R, I. **Savanas da Amazônia: Emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, BR**. Universidade do Amazonas, 2001.
- BITTENCOURT, L, V, M. **Impactos da Agricultura no Meio-ambiente: Principais Tendências e Desafios (Parte 1)**. UFPR. Curitiba, 2001.
- BITTENCOURT, L, V, M. **Impactos da Agricultura no Meio-ambiente: Principais Tendências e Desafios (Parte 2)**. UFPR. Curitiba, 2001.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1. Ed digital. São Paulo: Editora Gaia, 1962.
- CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. **Agricultura e aquecimento global**. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n.1, p. 40-44, jan./abr. 2007.
- DECONTO, J, G. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. [Brasília, DF]: Embrapa; [Campinas]: Unicamp, 2008. 82 p.
- EMBRAPA; **Inventário de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil, emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas**. Jaguariúna, 1999a.
- EMBRAPA. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de metano provenientes da pecuária**. Jaguariúna, 1999b.
- EMBRAPA; **Inventário de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de metano provenientes de arroz irrigado por inundação**. Jaguariúna, 1998.
- ENTRY, J, A.; SOJKA, R, E. 2014. **Fertilizer formulation for reduction of nutrient and pesticide leaching**. United States Patent No. 8,642,507, 2014.
- FERES, J.; SPERANZA, J.; VIANA, P, A.; BARCELLOS, T.; BRAGA, Y. **Impactos da mudança do clima no uso da terra**. IPEA, 2009.
- FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Aduobos Orgânicos e Inorgânicos; Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/adubos-organicos-inorganicos.htm>. Acesso em 22 de julho de 2019.

H. K. Gibbs; J. M. Salmon. **Mapping the world's degraded lands**. Applied Geography, p 12-21, 2005.

LIMA, M. A. de. **Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 451-472, 2002.

MARQUES, J. F. **Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, DF, v 36, p. 61-79, 1998.

MELO, V, F.; SCHAEFER, C, E, G, R.; FONTES, E, F.; CHAGAS, A, C.; LEMOS JÚNIOR, J, B. ANDRADE, R, P. **Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú Roraima, Amazônia, sob diferentes usos e após queima**. Campinas, Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

MORAES, I, G.; FERREIRA FILHO, S, B, J. **Impactos econômicos de cenários de mudança climática na agricultura brasileira**. In: SOBER, 48º congresso, Piracicaba, ESALQ-USP, 2010.

MOTTA DA, S, R.; MENDONÇA, C, J, M.; NEPSTAD D.; DIAZ, V, C DEL, M.; ALENCAR A.; GOMES, C, J.; ORTIZ, A, R. **O custo econômico do fogo na Amazônia**. IPEA. Rio de Janeiro, outubro, 2002.

NUNES, L, A, P, L.; ARAÚJO FILHO, J, A, DE.; MENEZES, R, I, DE Q. **Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob caatinga do semi-árido nordestino**. Universidade Federal do Semi-Árido, 2006

NUNES, L, A, P, L.; ARAÚJO FILHO, J, A, DE.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MENEZES, R, I, DE Q. **Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob caatinga no semi-árido nordestino**. Universidade Federal do Semi-Árido, 2009.

PINTO, H, S.; ASSAD, E.; PELLEGRINO, G. **Adaptação à mudança do clima no setor agrícola**. Cepagri/Unicamp e Embrapa, 2009.

PINTO, H, S.; ASSAD, E.; PELLEGRINO, G. **Impactos da mudança do clima na produção agrícola**. Cepagri/Unicamp e Embrapa, 2009.

SAGASTA, M, J. Et al. **More people, more food, worse water? a global review of water pollution from agriculture**. Roma. FAO, 2018.

THUNDIYIL, J, G.; STOBBER, J.; BESBELLI, N.; PRONCZUK, J. **Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool**. Bulletin of the World Health Organization. Geneva, 2008.

VISENTIN, V. **Puxado pela agropecuária, consumo de água deve crescer 24% em 11 anos**. Revista Globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2019/04/puxado-pela-agropecuaria-consumo-de-agua-deve-crescer-24-em-11-anos.html>>. Acesso em 22 ago. 2019.

YOUNG, R; ORSINI, S; FITZPATRICK, I. **Soil Degradation: a major threat to humanity**. Sustainable Food Trust. Bristol, 2015

ZANATTA, J. A. Emissão de **óxido nitroso afetada por sistemas de manejo do solo e sistemas de manejo**. 2009. 79 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ZHANG, W., JIANG, F. & Ou, J. 2011. **Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus**. International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 2011.

