

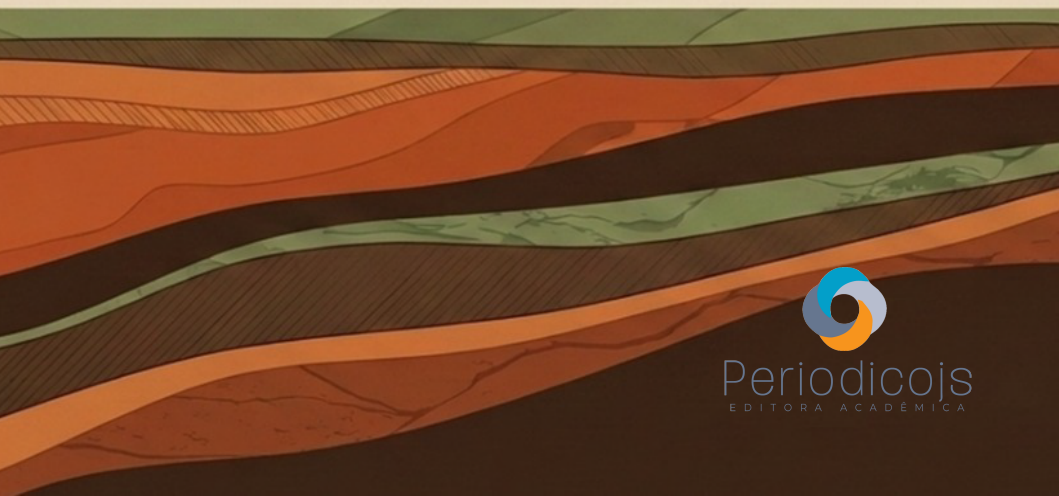
# SOLO E MEIO AMBIENTE



Felipe Corrêa Veloso dos Santos

Lindomar Guedes Freire Filha

**Organizadores**



Periodicojs  
EDITORA ACADÊMICA

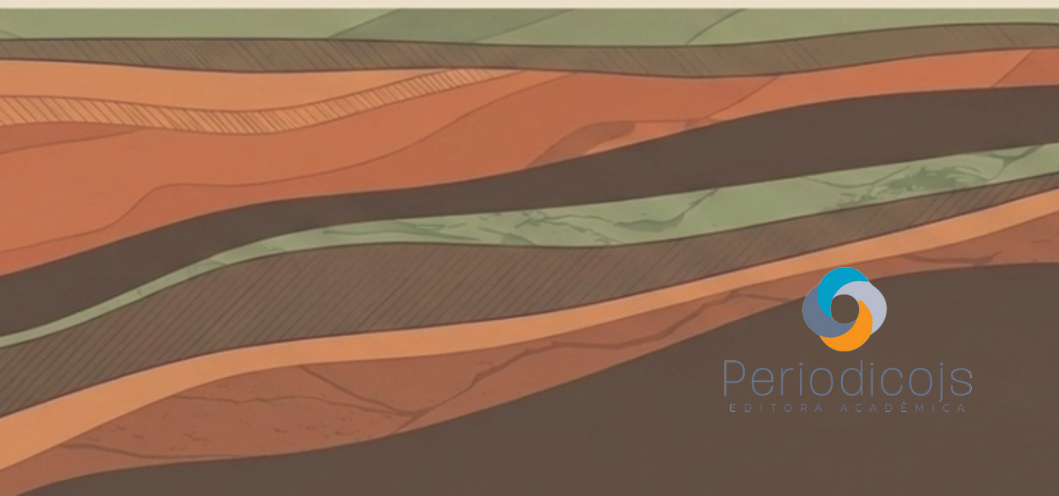
# SOLO E MEIO AMBIENTE



Felipe Corrêa Veloso dos Santos

Lindomar Guedes Freire Filha

**Organizadores**



Periodicojs  
EDITORA ACADÊMICA

## Conselho Editorial

Abas Rezaey

Izabel Ferreira de Miranda

Ana Maria Brandão

Leides Barroso Azevedo Moura

Fernado Ribeiro Bessa

Luiz Fernando Bessa

Filipe Lins dos Santos

Manuel Carlos Silva

Flor de María Sánchez Aguirre

Renísia Cristina Garcia Filice

Isabel Menacho Vargas

Rosana Boullosa

### Projeto Gráfico, editoração, capa

Editora Acadêmica Periodicojs

### Idioma

Português

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Solo e meio ambiente [livro eletrônico] /  
organização Felipe Corrêa Veloso dos Santos ,  
Lindomar Guedes Freire Filha. -- João  
Pessoa, PB : Periodicojs, 2026.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-6010-222-4

1. Geociências - Estudo e ensino 2. Gestão  
ambiental 3. Meio ambiente - Conservação e  
Proteção I. Santos, Felipe Corrêa Veloso dos.  
II. Freire Filha, Lindomar Guedes.

26-359984.0

CDD-551.1

### Índices para catálogo sistemático:

1. Geociências 551.1

Livia Dias Vaz - Bibliotecária - CRB-8/9638



Filipe Lins dos Santos  
**Presidente e Editor Sênior da Periodicojs**

CNPJ: 39.865.437/0001-23

Rua Josias Lopes Braga, n. 437, Bancários, João Pessoa - PB - Brasil  
website: [www.periodicojs.com.br](http://www.periodicojs.com.br)  
instagram: [@periodicojs](https://www.instagram.com/periodicojs)

# Prefácio



O livro ‘Solo e Meio Ambiente’ tem o propósito científico voltado para profissionais de múltiplas especialidades, estudantes de graduação, assim como a todo que se interessem pelos temas. No ano de 2020, em plena pandemia da Covid-19, começamos a pensar sobre o assunto e convidamos os autores compor os capítulos e abraçar as palavras como uma forma de extravasar o momento de enclausuramento que estávamos passando. Nosso livro teve várias paradas, devidos os escritores estarem em fase de doutorado, outros com gravidez de risco e o mais complicado foram aqueles entubados devido terem contraído o vírus. Enfim, tudo foi sendo calmamente escrito e esperamos cada autor no seu instante apropriado, após cada crise individual.

Este livro reflete a valorização que devemos ter com



o solo e o ambiente usado diariamente, tendo com o objetivo discutir a importância e o impacto das ações do homem no planeta Terra. Cada capítulo foi escrito por doutores, em sua maioria, acrescidos de autores, especialistas, nos capítulos propostos. A programação do livro teve como vertente principal ser de cunho multidisciplinar, contando com uma linguagem científica, porém, com um olhar holístico para o alcance a todos, pois, a ciência deve visar a população, para que seus leitores popularizem esta e divulgue a pesquisa. Além disso, também foram realizadas ideias criativas e de bem-estar sobre o tema.

Esta primeira edição teve a participação de quinze autores, com este foram escritos um total dez capítulos, sendo que cada capítulo teve a colaboração de diversas especialidades, e isto promoveu uma socialização entre eles.

Nosso livro apresenta um resumo, por capítulo, constituído de 250 palavras, além das palavras-chave, para que os leitores tenham uma ideia sobre os assuntos abordados. Esperamos que as informações apresentadas



sejam úteis aos profissionais das mais variadas áreas em  
'interface' com a Ciência, Pesquisa e Ensino.

**Atenciosamente,**  
**A Comissão Organizadora.**



# Sumário



## Capítulo 1

O PH DO SOLO E AS CONDIÇÕES: AMBIENTAIS  
NO DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE GEO-  
HELMINTOS

10

## Capítulo 2

CONSERVAÇÃO DO SOLO

54

## Capítulo 3

CARBONO NO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS  
DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

169

## Capítulo 4

ANÁLISE DO SOLO UMA ABORDAGEM  
PARASITOLÓGICA

227



## Capítulo 5

ESTRUTURAÇÃO ECONÔMICA EM GOIÁS: O  
AGRONEGÓCIO E A RELAÇÃO COM O USO SOCIAL  
DO SOLO

272

## Capítulo 6

A BIOMASSA RESIDUAL ORGÂNICA: A DIFÍCIL  
TRANSIÇÃO DE RESÍDUOS PARA RECURSOS

325

## Capítulo 7

BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE TRANSGÊNICO  
EM SOLO BRASILEIRO: A DEFESA DE TRÊS TESES  
SOB OLHAR DE UM CIENTISTA SOCIAL

386

## Capítulo 8

A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL COM O SOLO  
PROMOVIDA PELO CONSUMO CONSCIENTE DOS  
MATERIAIS ESCOLARES

433

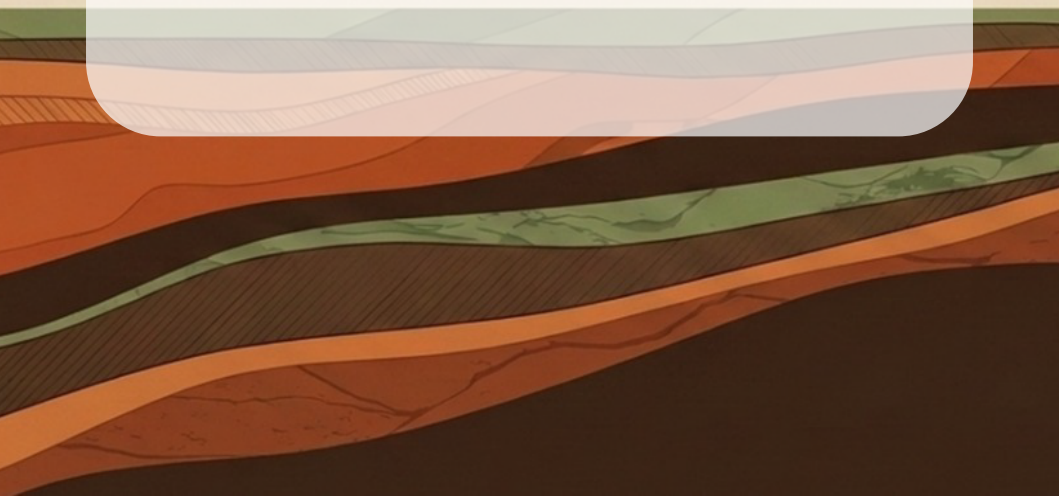
CURRÍCULO DOS AUTORES DOS CAPÍTULOS

496



# Capítulo 1

**O pH DO SOLO E AS CONDIÇÕES  
AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DE  
LARVAS DE GEO-HELMINTOS**



# O pH DO SOLO E AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE GEO-HELMINTOS

Caroline Winter Catharin

Lindomar Guedes Freire Filha

**Resumo:** O pH do solo é, sem dúvida, um dos principais parâmetros ambientais que influenciam a biologia e a biogeoquímica do solo. O pH tem sido usado para indicar como as mudanças na acidez do solo podem influenciar o desenvolvimento de culturas agrícolas. A correlação entre o pH do solo e a riqueza de espécies tem sido estudada principalmente na América do Norte e na Europa, embora haja uma escassez de estudos explorando regiões tropicais, como o Brasil. Este capítulo objetiva, portanto, investigar as relações entre o desenvolvimento de larvas de geohelminthos e o pH do solo, considerando suas características regionais brasileiras.



**Palavras-Chave:** Composição química. Metais. Solo. Geohelminthos.

**Abstract:** Soil pH is undoubtedly one of the main environmental parameters that influence soil biology and biogeochemistry. pH has been used to indicate how changes in soil acidity can influence the development of agricultural crops. The correlation between soil pH and species richness has been studied mainly in North America and Europe, although there is a scarcity of studies exploring tropical regions such as Brazil. This chapter aims, therefore, to investigate the relationships between the development of geohelminth larvae and soil pH, considering its Brazilian regional characteristics.

**Keywords:** Chemical composition. Metals. Ground. Geohelminths.



## POTENCIAL HIDROGÊNIO IÔNICO NO SOLO

Existem inúmeros fatores que podem influenciar no pH do solo, tais como sua organização/composição, devido à presença de rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas, a região em que está localizado e a concentração de sais, ácidos, bases, substâncias orgânicas, metais, que são adicionadas no seu preparo para o plantio. Os solos ácidos estão associados a baixa quantidade de magnésio (Mg) e cálcio (Ca) e baixa decomposição da matéria orgânica. O solo é constituído de argila, silte, areia e rochas. Os metais presentes no solo determinam inclusive o tipo de vegetação capaz de se desenvolver sobre ele. Em solos ricos em alumínio (Al) apenas plantas adaptadas à concentração excessiva deste metal sobrevivem. Outros metais presentes no solo, como manganês (Mn) e ferro (Fe), são importantes para a composição da água, já que a erosão ocasiona o aumento da concentração destes metais nos mananciais superficiais e subterrâneos. Em solos alcalinos existe uma baixa concentração de alguns micronutrientes,



como o Fe, o zinco (Zn) e o Mn.

A conversão de florestas tropicais de planícies altamente diversificadas em monoculturas de dendê e borracha leva a mudanças drásticas nas estruturas da comunidade de fungos. A magnitude dos efeitos estruturantes, impulsionados por mudanças nas propriedades das raízes ou do solo, em grupos tróficos com diferentes funções ecológicas (micorriza, saprotróficos e patógenos) permanece desconhecida. Aqui, investigaram as mudanças na composição de diferentes grupos ecológicos de fungos que habitam o solo e as raízes em resposta a mudanças no solo e na química das raízes de diferentes sistemas de uso da terra. Encontrou-se uma rotatividade inesperadamente alta e baixo aninhamento entre as comunidades locais de raiz e solo. Além do pH do solo, a química da raiz, especialmente a razão carbono nitrogênio (C/N) da raiz, teve fortes efeitos regulatórios de baixo para cima nas assembleias de fungos associados à raiz, enquanto a vitalidade da raiz teve fortes efeitos nos fungos residentes no solo. Mudanças na química da raiz e do solo



levaram a respostas divergentes em diferentes grupos funcionais e tiveram um impacto mais forte nas estruturas da comunidade de fungos do que a distância geográfica. Esses resultados sugerem que mudanças na química da raiz promovem a assembleia de comunidades específicas de fungos associados à raiz, em grande parte independente da comunidade do solo circundante. Consequentemente, a recuperação de características de raízes em sistemas de uso intenso da terra pode estabilizar as comunidades de fungos contra mudanças abióticas (Ballauff et al., 2021).

As comunidades microbianas do solo no Ártico desempenham um papel crítico na regulação do ciclo global do C. Vastas quantidades de C são armazenadas em solos de alta latitude ao norte, e o aumento das temperaturas na Ártica ameaça descongelar o permafrost, tornando as fontes de C relativamente inacessíveis mais disponíveis para mineralização por micróbios do solo. Poucos estudos caracterizaram como a estrutura da comunidade microbiana responde ao descongelamento do permafrost no contexto de químicas de solo variáveis associadas a paisagens de



tundra contrastantes. Submeteram a camada ativa e os solos do permafrost de locais de tundra de terras altas e baixas na encosta norte do Alasca a um experimento de incubação de aquecimento do solo e compararam os perfis da comunidade bacteriana do solo antes e após a incubação. A influência da composição do solo (caracterizada por espectroscopia de infravermelho médio) na estrutura da comunidade bacteriana e abundância de classes foi analisada usando redundância e análises de correlação. Os pesquisadores encontraram quantidades aumentadas de Alphaproteobacteria, Gammaproteobacteria e Bacteroidetes [Sphingobacteriia] pós-incubação, particularmente em solos permafrost. Os descritores categóricos local e camada do solo tiveram o poder mais explicativo em modelos preditivos da estrutura da comunidade bacteriana, destacando a estreita relação entre as bactérias do solo e o ambiente do solo. Por meio dos atributos químicos específicos do solo que foram considerados, os melhores preditores incluíram bandas espectrais de IV associadas a C inorgânico, silicatos, amida (C=N) e carboxílicos (C=O). No geral, esses resultados



caracterizam ainda as mudanças na comunidade bacteriana do solo que podem ocorrer, como ambientes congelados com acesso limitado a fontes de C, como é encontrado em permafrost não perturbado, transição para ambientes mais quentes e com mais C disponível, como é previsto no descongelamento de permafrost devido à mudança climática (Ricketts et al., 2020).

A suposição de que o sistema de cultivo pode afetar as mudanças induzidas pela fertilização na composição química do Carbono Orgânico do Solo (SOC) e na composição da comunidade microbiana derivou principalmente de experimentos de campo em diferentes locais, que podem ter sido perturbados por diferentes condições climáticas e materiais originais. A literatura descreve dois experimentos de campo adjacentes de longo prazo que continham quatro regimes de fertilização semelhantes de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), 2NPK, NPKOM (Fertilizantes NPK mais Adubo Orgânico) e um controle, enquanto contrastava o sistema de cultivo anual de arroz-arroz e milho-milho, para investigar como as mudanças induzidas pela fertilização na



química do SOC diferem em solo de arroz e solo de terras altas, e se elas se correlacionam com diferentes táxons bacterianos. A composição da comunidade bacteriana do solo de arroz foi determinada principalmente por  $\text{NO}_3\text{-N}$  e N total, e a do planalto foi explicada principalmente por SOC. Os tratamentos NPK, 2NPK e NPKOM do solo de arroz aumentaram CCH<sub>3</sub>, diminuíram OCH e reduziram a razão CH/CH<sub>2</sub>, enquanto aqueles do solo de terras altas diminuíram CH/CH<sub>2</sub>, aumentaram OCH e aumentaram CH/CH<sub>2</sub>, respectivamente, indicando mudanças opostas de OCH e alquil C (isto é, CCH<sub>3</sub> e CH/CH<sub>2</sub>) em cada tratamento de fertilizante emparelhado dos dois solos. No solo de arroz, o CCH<sub>3</sub> do tratamento NPK não mostrou associação com nenhuma taxa bacteriana, o OCH do 2NPK mostrou uma associação negativa com espécies relacionadas ao  $\text{NO}_3$ , e o CH/CH<sub>2</sub> do NPKOM mostrou uma associação negativa com Proteobacteria e Bacteroidetes. No solo de terras altas, o CH/CH<sub>2</sub> do NPK negativamente associado com Thermogemmatissporales e Acidobacteriaceae subgrupo 1, o OCH do 2NPK positivamente associado



com Thermogemmatissporales, e o CH/CH<sub>2</sub> do NPKOM positivamente associado com taxa bacteriana copiotrófica. Os resultados do estudo forneceram evidências diretas de que o sistema de cultivo mediou a direção da mudança de grupo funcional específico sob regimes de fertilização específicos e implicou que mudanças completamente opostas de OCH e alquil C em cada tratamento de fertilizante pareado do solo de arroz e solo de terras altas podem provavelmente ser atribuídas a diferentes mudanças induzidas por fertilização na composição da comunidade microbiana resultante da mudança do N do solo no arrozal e mudança do C do solo no solo de terras altas (Li et al., 2021).

A agricultura intensiva de cultivo em linha em encostas cobertas de loess no meio-oeste superior, EUA, acelera a erosão do solo e a perda de matéria orgânica, aumentando a degradação do agregado do solo, mudando os padrões de rugosidade da superfície e deixando o solo exposto à chuva e ao vento durante grande parte do ano. Há uma lacuna de conhecimento, no entanto, em relacionar como a dinâmica da erosão do solo em encostas controla



a heterogeneidade da paisagem em termos de tamanho de partícula, química orgânica do solo superficial e reatividade. Experimentos simulados de chuva em encostas manejadas intensivamente na bacia hidrográfica de Clear Creek, EUA, revelaram que a rugosidade orientada induzida pelo preparo do solo controla a quantidade e a geoquímica orgânica das partículas de solo mobilizadas colina abaixo. A taxa de descarga média do sedimento mobilizado foi quase 30 vezes maior quando a orientação do preparo do solo era paralela à direção do escoamento em comparação com quando a orientação do preparo era perpendicular à direção do escoamento. Partículas mobilizadas sob cultivo de contorno foram mais elevadas em carbono orgânico (CO) e foram relativamente menos decompostas, com base na química da lignina, em comparação com partículas análogas sob a orientação de cultivo paralelo. O preparo do contorno aumentou a deposição de partículas mais densas nos sulcos e aumentou a liberação do material mais fino, mais leve e rico em orgânicos durante o derramamento excessivo e a ruptura do contorno. Os resultados deste



estudo têm implicações importantes para a compreensão de como a interação de práticas de cultivo e erosão baseada em eventos influencia a heterogeneidade espacial da geoquímica do solo e, potencialmente, a saúde do solo em paisagens agrícolas, bem como compreender o que controla a assinatura geoquímica da erosão do solo em riachos (Hou et al., 2021).

As características dos solos brasileiros são bastante diversas devido à extensão geográfica do país, que abrange diferentes climas, relevo, geologia e vegetação. Isso resulta em uma ampla variedade de solos com diferentes fatores geoquímicos e níveis de pH.

Segundo Pérez (1997), os Latossolos são solos tropicais caracterizados por sua alta lixiviação e coloração vermelha ou amarela, e possuem baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de nutrientes e geralmente apresentam pH ácido, variando de 4,5 a 6,0. Já os Argissolos, também conhecidos como Plintossolos, são solos comumente encontrados em regiões tropicais e subtropicais, são bem drenados e apresentam maior fertilidade natural do que os



Latossolos. O pH pode variar de moderadamente ácido a neutro, em torno de 5,5 a 7,0.

Os Cambissolos são solos jovens e pouco desenvolvidos, comumente encontrados em áreas montanhosas e de relevo acidentado, tem baixa fertilidade natural e o pH pode variar de ácido a ligeiramente ácido, com valores em torno de 5,0 a 6,0. Os Chernossolos, também conhecidos como solos negros, são encontrados principalmente em regiões de clima temperado, possuem elevada fertilidade natural, alta capacidade de retenção de nutrientes e geralmente apresentam pH neutro, em torno de 6,5 a 7,5. Os Neossolos são solos pouco desenvolvidos e variados, encontrados em diversas regiões do Brasil e podem ter diferentes níveis de fertilidade e o pH pode variar de ácido a neutro, dependendo das características locais. Os Gleissolos são solos hidromórficos, frequentemente encontrados em áreas alagadas e perto de rios que possuem alta umidade, baixa oxigenação e pH geralmente ácidos, variando de 4,0 a 6,0.

Os Areais e Argilitos são solos encontrados em



áreas com depósitos de areia ou argila, sendo que suas características podem variar amplamente, assim como o pH, que pode ser ácido, neutro ou alcalino, dependendo da composição específica do solo. Os Vertissolos, por sua vez, são solos de origem basáltica e argilosa, caracterizados por sua alta expansão e contração com a variação da umidade e apresentam pH variando de ligeiramente ácido a alcalino, em torno de 6,0 a 8,0. Vale ressaltar que essas são apenas algumas categorias gerais, e existem várias outras variações e tipos de solos em diferentes regiões do Brasil. Além disso, o manejo agrícola e a urbanização também podem afetar as características geoquímicas e o pH dos solos em diferentes áreas. Portanto, é sempre importante considerar as especificidades locais ao analisar os solos brasileiros. O quadro 1 mostra um resumo sobre o solo e seu pH.



Quadro 1. Tipos de solo, pH e características

TIPO	PH	CARACTERÍSTICAS
Latossolos	4,5 a 6,0.	Alta lixiviação Coloração: vermelha ou amarela Baixa fertilidade natural Baixa retenção de nutrientes
Argissolos ou Plintossolos	5,5 a 7,0	Bem drenados Maior fertilidade natural
Cambissolos	5,0 a 6,0	Baixa fertilidade natural
Chernossolos	6,5 a 7,5	Coloração: negros Elevada fertilidade natural, Alta capacidade de retenção de nutrientes
Neossolos	Ácido/neutro, conforme o local	Solos pouco desenvolvidos e variados Diferentes níveis de fertilidade
Gleissolos	4,0 a 6,0	Hidromórficos de áreas alagadas (rios) com alta umidade e baixa oxigenação
Arenosos e Argilitos	Valencia de ácido para alcalino	
Vertissolos	6,0 a 8,0	Variada umidade

Fonte: Pérez (1997); adaptado pelas autoras

O pH do solo é considerado a “variável mestra” da química do solo devido ao seu profundo impacto em inúmeras reações químicas envolvendo nutrientes essenciais



às plantas (Penn e Camberto, 2019).

Em alguns casos, os efeitos do pH na química do solo são opostos aos efeitos na fisiologia vegetal. Enquanto o pH aumenta, o aumento da carga negativa em partículas do solo significará que uma proporção menor dos cátions está presente na fase de solução e a taxa de movimento para as raízes das plantas por difusão diminui. No entanto, a absorção de potássio envolve exportação de prótons (Maathuis e Sanders, 1996) e um mecanismo semelhante provavelmente se aplicaria ao magnésio. A absorção de potássio é, portanto, favorecida por pH alto (Harper e Balke, 1981), assim como a absorção de magnésio (Maas e Ogata, 1971).

Para o cálcio, no entanto, geralmente há uma concentração tão alta na solução do solo que o movimento para raízes das plantas é por fluxo de massa e não por difusão e os efeitos do pH na carga superficial seriam menos importantes. O mecanismo da absorção de cálcio também difere; acredita-se que seja captado através dos canais da membrana plasmática nas raízes e transportado para a parte



aérea principalmente de forma apoplástica (Thor, 2019), processo pouco afetado pelo pH.

Diante do exposto, conclui-se que os solos brasileiros tropicais, no geral, são caracterizados quanto aos fatores geoquímicos e seu pH como solos ácidos (< 5,5), o que afeta a mineralização de matéria orgânica e a disponibilização de nutrientes, causando baixa produtividade das culturas agrícolas, e, portanto, é comum a prática de adição de calcário (carbonato de cálcio), um sal alcalino, para correção do pH.

Para a determinação do pH do solo é preparada uma suspensão do solo em água. O pH do solo é uma determinação da concentração de íons  $H^+$  na solução do solo, que tem influência na disponibilidade de nutrientes. A medição do potencial hidrogeniônico é realizada por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido (água, KCl ou  $CaCl_2$ ), na proporção 1:2,5 (Teixeira, 2017). Primeiramente, deve-se aferir e calibrar o potenciômetro com as soluções-padrão pH 4,00 e pH 7,00, lembrando-se de lavar o eletrodo antes e depois de calibrar o aparelho



com as soluções padrão e lavar o eletrodo entre uma e outra determinação com água destilada com o auxílio de uma pisseta e enxugar delicadamente com papel absorvente. Outro cuidado necessário é não realizar leitura do pH com tempo de repouso superior a 3 horas, devido ao efeito de oxi-redução.

## **SOLO E O AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO DE GEO-HELMINTOS**

A decomposição das rochas forma o solo e a organização do solo está correlacionada com o tamanho das partículas minerais e sua porosidade de microporos são responsáveis pela retenção da água nesse ambiente, entanto, os macroporos facilitam a drenagem e aeração (Ribeiro et al., 2007). Os interstícios ou poros do solo interferem na retenção, resistência à penetração de água, na aeração, condução e na dicotomização das raízes. Com isso, conseqüentemente, interferem no aproveitamento dos nutrientes e da água disponíveis para os vegetais (Rosa,



2010).

A existência de diferentes tipos de rochas leva a formação diversos solos no mundo que estão sujeitos a atuação inúmeros organismos vivos e à ação das mais variadas condições climáticas (Coelho et al., 2018). Esses autores ressaltam que “a areia é a mais familiar entre nós pelo fato de conseguir vê-la na massa do solo sem ajuda de microscópio. [...] é ela a responsável pela sensação áspera quando esfregamos uma amostra de solo entre os dedos” (p. 51).

Os solos arenosos, tais como as areias quartzosas, são considerados solos de baixa capacidade produtiva. De maneira geral, são aqueles enquadrados nas classes de textura areia e areia franca, cujo material do solo contém 85% ou mais de areia, ou seja, a fração do solo  $> 0,05$  mm e  $\leq 2,00$  mm (Oliveira, 2011).

No que tange ao solo arenoso, esses são classificados em ‘Neossolos Quartzarênicos’. No Brasil, segundo Ker (2015), os Neossolos estão classificados na terceira posição em extensão territorial com 15% e Santos



et al. (2018) acrescentam ser um tipo de solo pouco evoluído, pois são constituídos por material orgânico e mineral com espessura menor de 20 cm. Os Neossolos Quartzarênicos, essencialmente quartzosos, apresentam segmentos de areia fina e areia grossa e 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala.

Os solos arenosos têm características intrínsecas frágeis, com grãos simples, reação ácida, drenagem alta e baixa disponibilidade de nutrientes (Albuquerque et al., 2011). Esse solo, também denominado de “solo leve”, estão presentes na região Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, composto, em menor parte, por argila (15%) e, em maior parte, por areia (70%); é um solo que forma maior quantidade de macroporos e baixas quantidades de microporos quando comparados a solos argiloso, e com isso pouca retenção de água (Santos, 2020).

Areia quartzosa corresponde a aproximadamente 11% da área do Brasil e 15% da área do bioma Cerrado. Na faixa litorânea brasileira, predominam areias quartzosas marinhas, especialmente no Norte da Bahia, da Paraíba até



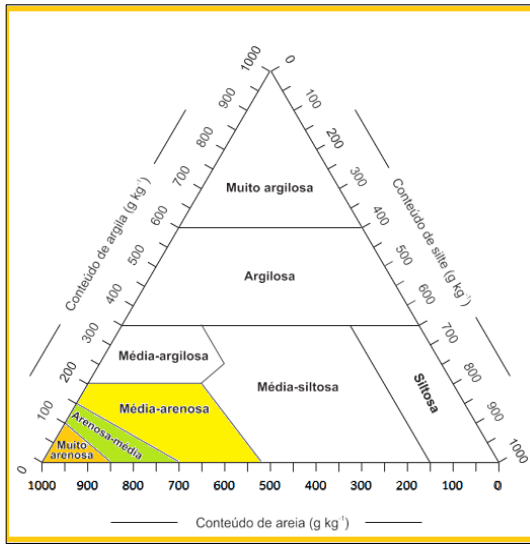
Piauí, Rio Grande do Sul e Sul de Santa Catarina. Na parte continental, esse solo se encontram as áreas mais extensas, destacando São Paulo, Norte de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Bahia, Maranhão, Piauí, Pernambuco, Alagoas, Ceará, Tocantins, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia (Oliveira et al., 2011).

Os “Solos de textura leve” de composição granulométrica nas classes texturais areia (Muito Arenosa), areia franca (Arenosa-média) ou franco-arenosa (Média-arenosa), são demonstrados no diagrama da figura 1, adaptado conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.



Figura 1. Guia para agrupamento de classes de textura.

Adaptado pelos autores



Fonte: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018).

De acordo com Ker e Novais (2023, p.1), “há muitas formas de se ver e, ou de se avaliar os solos”. É estreita a relação entre os seres que habitam do solo e esse ambiente, pois no solo há fatores como o potencial hidrogeniônico (pH) para os desenvolvimentos de organismos. O pH desse ambiente influencia no desenvolvimento de vírus, bactérias,



fungos, ovos, larvas e vermes, e outros seres que dele precisam para sua evolução.

Logo, as aplicações de objetivos múltiplos na análise do solo, devem ser suficientes para a obtenção de resultados que envolva um olhar abiótico e biótico, a exemplos dos geo-helminhos como os ancilostomídeos.

Na biomassa do solo, a exemplo dos ancilostomídeos, são concentradas na superfície do horizonte mais superficial do solo, denominado de horizonte A.

Como nas demais geo-helminhos (destacados no quadro 2), os ancilostomídeos são disseminados pelo solo eivado que promove sua evolução ciclal. O estado para o desenvolvimento de ovos não embrionados até o estágio larval infectante pode ser detectável no interior do ovo ou no exterior, viável para a penetração via pele ou mucosa dos hospedeiros específicos.



Quadro 2. Geo-helminintos descritos e elementos meteorológicos

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	HOSPEDEIROS EFICIENTES	E L E M E N T O S METEOROLÓGICOS
Ancylostomidae	Ancylostoma	A. caninum (Ercolani, 1859)	Canídeos e felídeos domésticos	
		A. braziliense (Faria, 1910)		
		A. ceylanicum (Looss, 1911)	Canídeos e felídeos domésticos e silvestres	
		A. duodenales (Dubini, 1843)		T: 21-27°C U: > 90%
	Necator	N. americanus (Stiller, 1902)	Humano	T: 27-32°C U: > 90%
	Uncinaria	U. stenocephala (Railliet, 1884)	Canídeos e felídeos domésticos Raposa Humanos	T: >7,5°C,
Ascarididae	Ascaris	A. lumbricoides (Linnaeus, 1758)	Humano	T: 25°C e 30°C, U: ≥ 70%
				O2: abundância
	Toxocara	T. canis e T. cati	canídeos e felídeos domésticos	



Strongyloidiidae	Strongyloides	S. stercoralis (Bavay, 1876)	Humano	T: 25°C e 30°C U: alta
Trichuridae	Trichuris	T. trichiura (Linneu, 1771)	Humano	Ausência de luz solar direta T: 25°C e 34°C U: ≥ 77%
Oxyuridae	Enterobius	E. vermicularis (Linneu, 1758) Leach, 1853	Humano	

Fontes: Neves et al., 2005; 2016; Pessoa; Martins, 1982.

Quadro construído a partir de descrição das fontes



No que tange aos helmintos que precisam do solo para completar o ciclo parasitário há os geo-helmintos. Esses parasitos precisam obrigatoriamente do solo e suas larvas passam por diferentes fases larvais no interior do ovo, ou no exterior, em películas aquáticas sobre vegetal no solo. Posteriormente, são ingeridos pelos hospedeiros por via hídrica ou alimentos sólidos contaminados, ou as larvas por via percutânea, completam o ciclo no alvo viável. Logo, são geo-helmintos detentores de duas etapas de vida, sendo uma livre no solo e outra obrigatoriamente parasitária.

Na década de 30, McCoy (1930) comprova as exigências dos geo-helmintos no que se refere aos elementos meteorológicos e ambientais do solo em seus experimentos laboratoriais.

Os ovos em água fervida (fervida para expulsar o oxigênio) em frascos colocados em recipientes contendo ácido pirogálico e soda cáustica não sofreram qualquer desenvolvimento. O oxigênio é necessário para isso. Relativamente aos ovos esterilizados em 1 em 2,500 solução de formalina, que matavam as larvas assim que eclodiam,



cada um deles utilizava em média  $2,8 \times 10^{-6}$  ml de O<sub>2</sub> até ao período de eclosão. Numa solução a 23° C continha 6 ml de O<sub>2</sub> por litro e 250 ml de O<sub>2</sub> foi utilizada num frasco de Erlenmeyer com essa capacidade. Verificou-se que com tão pouco oxigénio como 0,4 ml/L todos os ovos eclodiram desde que houvesse relativamente poucos, mas quando os números foram tão elevados que, como acima estimado, não havia O<sub>2</sub> suficiente para que mais de metade se desenvolvesse até à eclosão, então apenas 11 a 24 %, eclodiram de fato nestas experiências. Quanto à tensão excessiva de O<sub>2</sub>, obtida por pressão, mais de 15 ml/L provou ser prejudicial e 30 ml/L inibiu completamente o desenvolvimento. As larvas infecciosas viveram até 4, mas não até 12 dias nos tubos anaeróbicos mencionados. Quando mantidas em condições estéreis (1 em 2,500 solução de formalina) para assegurar que as bactérias não devem estar presentes e consumir O<sub>2</sub>, o consumo deste gás pelas larvas aumentou com a temperatura, ou seja com a atividade larvar, de  $1,69 \times 10^{-6}$  ml em 24 h a 17°C para  $1,958 \times 10^{-5}$  ml a 42°C, ou cerca de 9%, por cada grau centígrado (McCoy, 1930).



Nas condições do experimento, mostrado nos resultados do quadro 3, com umidade a 85%, as temperaturas de 23 e 30 ° C pode ser considerado o ideal e a porcentagem de larvas que amadureceram e seu tamanho final foi muito menor a 37°, 17° e 15° C do que a 23° e 30° C.

Quadro 3. Ovos de *Ancylostoma caninum* para obtenção de larvas em culturas de ágar com bactérias para alimentação.

TEMPERATURA °C	DIAS	DESENVOLVIMENTO MAIS RÁPIDO
12		Larvas eclodiam, mas não completaram seu desenvolvimento.
15		T + baixa em que as larvas atingiram o estágio infeccioso.
23	4-5	>%, das larvas que se tornaram infectantes e o tamanho final que atingiram. T + favoráveis testadas.
30	2 1/2	>%, das larvas que se tornaram infectantes e o tamanho final que atingiram. T + favoráveis testadas.
37	2	T + altas em que as larvas atingiram o estágio infeccioso. As larvas se desenvolveram mais rapidamente, atingindo o estágio infeccioso.
40		Larvas eclodiam, mas não completaram seu desenvolvimento.
42		os ovos começaram a se desenvolver, mas as larvas não eclodiram



Fonte: McCoy, 1930. Quadro montado pelos autores, a partir das descrições da fonte. T (temperatura)

A faixa de pH na qual as larvas se tornam infectivas é, portanto, de 4,0 a 10,0. A porcentagem de larvas que se desenvolvem, entretanto, é menor nos extremos desta faixa. O tamanho das larvas infectantes criadas nas culturas mais ácidas foi menor que o normal, mas nas culturas alcalinas o tamanho atingido pelas larvas não foi afetado (quadro 4).

Quadro 4. A faixa de pH adequada para o desenvolvimento dos ovos e larvas de *Ancylostoma caninum* a 23° C.

Concentração de íons de hidrogênio: pH	Resultados
4,0	Algumas larvas desenvolveram-se com esta acidez
4,6	Inibe o crescimento de larvas
6,0	Não houve diferenças significativas na adequação das culturas
9,4	Não houve diferenças significativas na adequação das culturas
10,0	Não inibiu o desenvolvimento das larvas
+ 10,0	Poucas larvas que eclodiram morreram sem crescer



No ciclo biológico dos ancilostomídeos a etapa livre no solo se inicia quando os ovos chegam, pelas fezes, ao meio exterior. Com as condições adequadas de temperatura, umidade e oxigenação, e em dois dias, o primeiro estágio (L1, larva rabditoide) eclode do ovo, a qual se alimenta de detritos orgânicos e microrganismos. No solo, aproximadamente em uma semana, a L1 passa por duas mudas e origina terceiro estágio (L3, larva filarioide), considerada a forma infectante do parasito. A L3 não se alimentar, contudo, apresenta uma resistência maior que os outros estádios larvais, sendo capaz de sobreviver no ambiente com grande motilidade, dependendo da espécie, por aproximadamente 49 dias (Fujiwara, 2016).

No meio exterior, os ovos necessitam de boa oxigenação, alta umidade (> 90%) e temperatura elevada, pois são fatores indispensáveis para que se processe a embrionia. Os ovos não se desenvolvem no interior das fezes, e a temperaturas de 21 a 27°C para *Ancylostoma duodenale* e de 27 a 32°C, para *Necator americanus*, propicia



a evolução dos estádios de vida livre. Em tais condições, após cinco dias, completa-se a fase livre. A infecção para o homem ocorre quando as L3 (larva infectante) penetram ativamente (pele, mucosas e conjuntiva) ou passivamente (via oral) (Leite, 2005).

Estudo de prevalência em Carnaubais (estado do Piauí) mostrou que os ancilostomídeos (14,1% (42/298) foram os geo-helminhos mais encontrados na população. Identificou-se 24 (89%) com carga parasitária reduzida, e eliminação de 2.000 ovos por grama (opg) de fezes. Essa parasitose teve taxa de positividade significativamente superior (10/32 [31,2%]),  $p = 0,035$ , para as famílias que praticam evacuação a céu aberto, comparadas as que possuíam latrina (6/49 [12,2%]). A geohelmintíase identificada na região, geralmente se associa com hábitos de defecação, frequente relacionada com solo arenoso (Reis, 2015).

Para o desenvolvimento de larvas dos geo-helminhos o solo arenoso, por ser mais permeável, favorece mais aeração e umidade, quando rico em matéria orgânica



facilita o desenvolvimento dos estágios livre, principalmente em locais úmidos próximos ao peridomicílio. Carneiro e Antunes (2016), ressaltam que o meio ambiente físico inclui recursos hídricos, poluentes químicos, agentes físicos e ambientais, situação geográfica, e que as variáveis climáticas pluviosidade, umidade e temperatura, são as que estão se relacionadas com as doenças.

Freire Filha (2017), ao estudar enteroparasitas de solo numa voçoroca exposta com resíduos domésticos, em Anápolis-Go/Brasil, obteve frequência de positividade de ovos ou larvas no meio analisado utilizando método de Rugai, Willis e Cort. Os ovos mais evidenciados foram de *Ascaris lumbricoides* (61,17%), seguidos de *Toxocara ssp* (12,94%) e *Hymenolepis nana* (4,71%). Quanto às larvas, 14,12% foram larvas nematodas de vida livre e 7,06% de Ancilostomídeos. Esses resultados inferem a problemática envolvendo o uso do solo como lixeira doméstica para solucionar a voçoroca implantada na área, além de apontar para as políticas públicas relacionadas à saúde da comunidade e a saúde ambiental do solo.



As associações entre fatores climáticos e prevalência, estratificadas por região global são demonstradas nos estudos de Pullan e Brooker (2012) e Pullan et al. (2014). Na África e no Oriente Médio, a prevalência de *A. lumbricoides* e *T. trichiura* é geralmente  $< 4\%$  em áreas onde os helmintos transmitidos pelo solo (HTS) quando a máxima da temperatura excede  $35^{\circ}\text{C}$  e cai para  $< 1\%$  em  $40^{\circ}\text{C}$ . A infecção por ancilostomídeos permanece prevalente em toda a extremidade superior da faixa térmica, caindo apenas para  $< 2\%$  quando o HTS a máxima excede  $40^{\circ}\text{C}$ . Em contraste, as relações na Ásia são menos claras: embora a ancilostomíase tenha limites semelhantes aos observados na África e no Oriente Médio, não há limite térmico superior claro para *A. lumbricoides* na Ásia, e a prevalência de *T. trichiura* só cai abaixo de  $1\%$  em temperaturas muito altas ( $> 42^{\circ}\text{C}$ ). Não há dados de pesquisa para áreas com HTS  $> 38^{\circ}\text{C}$  para a América Latina e o Caribe. Em contraste, a ancilostomíase parece ser mais sensível a baixas temperaturas em todas as regiões do mundo, com prevalência observada  $< 0,1\%$  nas



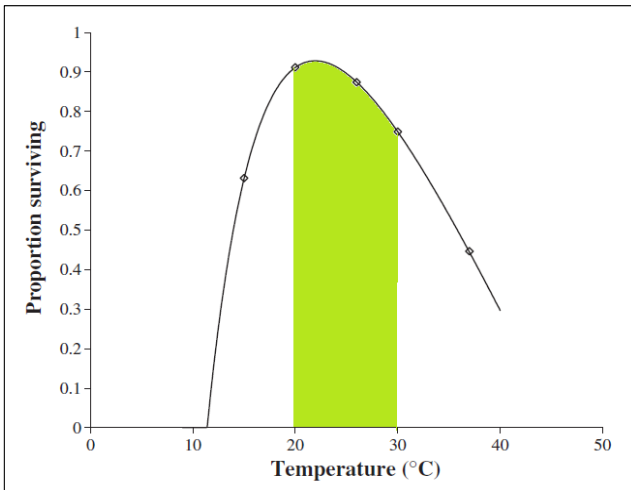
áreas com HTS médio abaixo de 10°C no trimestre mais quente. Por outro lado, as infecções por *A. lumbricoides* e *T. trichiura* permanecem predominantes nesta faixa térmica inferior.

Brooker, Clements e Bundy (2006) ao avaliarem estudos em sete décadas a partir de 1929, descrevem que as fases infecciosas de vida livre presentes no ambiente desenvolvem-se e morrem em taxas dependentes da temperatura. Taxas máximas de sobrevivência de larvas de ancilóstomo, ocorrem a 20-30°C (Figura 2). Estudos experimentais sugerem que as taxas máximas de desenvolvimento de fases infecciosas de vida livre ocorrem a temperaturas entre 28 e 32°C, com o desenvolvimento de *A. lumbricoides* e *T. trichiura* com abaixo detenção de 5 e acima de 38°C, e o desenvolvimento de larvas de ancilóstomos cessando em 40°C. Sugere-se que os ovos de *A. lumbricoides* são mais resistentes a temperaturas extremas do que os ovos de *T. trichiura* (Figura 3). A umidade do solo e a umidade atmosférica relativa são também conhecidas por influenciar o desenvolvimento e a



sobrevivência de óvulos e larvas: mais alto a umidade está associada a um desenvolvimento mais rápido dos óvulos; e abaixo a umidade (50%) os óvulos de *A. lumbricoides* e *T. trichiura* não embrionário. Os estudos de campo mostram que a abundância de larvas de ancilóstomos está relacionada com a umidade atmosférica.

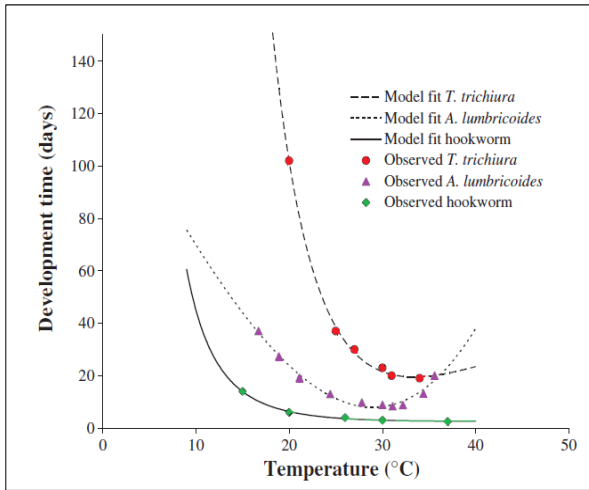
Figura 2. Relação entre temperatura e proporção de sobrevivência de ancilóstomo



Fonte: Brooker, Clements e Bundy (2006); adaptado pelos autores com demonstração em verde do intervalo de temperatura



Figura 3. Relação entre temperatura e desenvolvimento de larvas de três espécies de geo-helminthos do solo.



Fonte: Brooker, Clements e Bundy (2006); adaptado pelos autores com demonstração em vermelho, lilás e verde os dias em relação a temperatura para o desenvolvimento da larva no solo.

As condições climáticas de regiões tropicais e subtropicais com áreas mais quentes e úmidas são favoráveis a prevalência de ancilostomídeos, logo a presença de larvas no solo é alta. A alta umidade superior a 90%, assim como o intervalo de temperatura desencadeia a embriogênese,



porém esse intervalo depende da espécie avaliada. A temperatura ideal para desenvolvimento embrionário do ovo no solo do *Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859), hospedeiro de canídeos e felídeos, varia entre 23°C a 30°C, abaixo de 23°C, a evolução torna-se lenta, retardando o surgimento das larvas infectantes, acima de 37°C, larvas podem acabar morrer (Mudenda et al., 2012; Moraes et al., 2004).

Quanto às análises de solos contaminados por ovos de geo-helmintos diversas técnicas foram propostas para a identificação de ovos destes helmintos e larvas no solo. Trabalhos mostram coletas de amostras de solo entre 150 g a 250 g por pontos amostrados.

## **CONSIDERAÇÕES**

O pH do solo brasileiro é caracteristicamente ácido, inferior a 5,5, o que gera a necessidade de realizar a dosagem de calcário, uma substância alcalina capaz de elevar o pH, aumentando assim a produtividade das culturas



agrícolas e, conseqüentemente, o retorno financeiro.

A faixa de pH na qual as larvas se tornam infectivas é de 4,0 a 10,0. A porcentagem de larvas que se desenvolvem, entretanto, é menor nos extremos desta faixa. O tamanho das larvas infectantes criadas nas culturas mais ácidas foi menor que o normal, mas nas culturas alcalinas o tamanho atingido pelas larvas não foi afetado.

## **REFERÊNCIAS**

ALBUQUERQUE, J.A. et al. Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no Sul do Brasil. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L.; GATIBONI, L.C. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. VII, p. 367-403.

BALLAUFF, J. et al. Shifts in root and soil chemistry drive the assembly of belowground fungal communities in tropical land-use systems. *Soil Biology and Biochemistry*, p. 108140, jan. 2021.

BROOKER, S.; CLEMENTS, A.C.A.; BUNDY, D.A.P. Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Adv Parasitol.*, v.62, p.221-261, 2006.



CARNEIRO, M.; ANTUNES, C.M.F. Epidemiologia: introdução e conceitos. In: Parasitologia Humana. NEVES, D.P et al. 14. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2016. Cap. 3.

COELHO, M.R. et al. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SANTOS, H.G. et al. (org). 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Cap. 3. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/livros/SOLOS%20CRESCIMENTOS%20DE%20PLANTAS.pdf>.

FREIRE FILHA, L.G. Estudos dos endoparasitas de solo e água de voçoroca contaminada com lixo doméstico no município de Anápolis-GO. 2017. 40f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento e Análise Ambiental) - Universidade Federal de Goiás, Instituto Sócioambiental. Goiânia-GO, 2017.

FUJIWARA, R.T. Ancylostomatidae. In: NEVES, D.P et al. Parasitologia Humana. 14. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2016. Cap. 30.

HARPER, J.R.; BALKE, N.E. Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oat roots by salicylic acid.



Plant Physiol, n. 68, p. 1349-1353, 1981.

HOU, T. et al. Tillage-induced surface soil roughness controls the chemistry and physics of eroded particles at early erosion stage. Soil and Tillage Research, v. 207, p. 104807, mar. 2021.

KER, J.C. Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 340 p.

KER, J.C.; NOVAIS, R.F. Fundamentos para desenvolvimento da pedologia e da fertilidade do solo. Universidade Federal de Santa Maria. 2013. 27f. Texto 3. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/classosol/download/TextosSol/Texto03.pdf>.

LEITE, A.C.R. Ancylostomidae. In: NEVES, D.P et al. Parasitologia Humana. 11. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. Cap. 30.

LI, D. et al. Different responses of soil carbon chemistry to fertilization regimes in the paddy soil and upland soil were mainly reflected by the opposite shifts of OCH and alkyl C. Geoderma, v. 385, p. 114876, mar. 2021.

MAAS, E.V.; OGATA, G. Absorption of magnesium and chloride by excised corn roots. Plant Physiol, n. 47, p. 357-



360, 1971.

MAATHUIS, F.J.M.; SANDERS, D. Mechanisms of potassium absorption by higher plant roots. *Physiol Plant*, n. 96, p. 158-168, 1996.

MCCOY, O.R. The Influence of Temperature, Hydrogen-Ion Concentration, and Oxygen Tension on the Development of the Eggs and Larvae of the Dog Hookworm, *Ancylostoma caninum*. *Am. J. Hyg*, v.11, n.2, p.413-448, 1930.

MORAIS, F.R. et al. Eficácia de dois sistemas de tratamento anti-helmintico em filhotes de cães com infecção natural. *Archives of Veterinary Science*, v.9, n.1, p.61-66, 2004.

MUDENDA, N.B. et al. Modelling the ecological niche of hookworm in Brazil based on climate. *Geospat Health*, v. 6, n.3, p.S111-S123, 2012.

NEVES, D.P et al. *Parasitologia Humana*. 11. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. 498p.

NEVES, D.P et al. *Parasitologia Humana*. 14. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2016. 559p.

OLIVEIRA, J.B. *Pedologia aplicada*. 4.ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 592p.



PENN, C.J.; CAMBERTO, J.J. A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. *Agriculture*, n. 9, p. 120-138, 2019.

PÉREZ, D.V. et al. *Geoquímica de alguns solos brasileiros*. Embrapa: out. 1997. p.1-14. ISSN 1414-8838

PESSOA, S.B.; MARTINS, A.V. *Pessoa: parasitologia médica*. 11.ed. Guanabara Koogan, 1982. 872p.

PULLAN, R.L.; BROOKER, S.J. The global limits and population at risk of soil-transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*, v.5, n.81, p.1-14, 2012.

PULLAN, R.L. et al. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*, v.7, n.37, p. 1-19, 2014.

RICKETTS, M.P. et al. The effects of warming and soil chemistry on bacterial community structure in Arctic tundra soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 148, p. 107882, set. 2020.

REIS, E.R.C. *Ancilostomíase e outras Parasitoses Intestinais na Região dos Carnaubais: Estudo Transversal no Município*



de Nossa Senhora de Nazaré, Piauí. 2015. 109f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) - Instituto Oswaldo Cruz, Regional Fiocruz Piauí. Teresina-PI, 2015.

RIBEIRO, K.D. et al. Propriedades físicas do solo influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, julho/ago. 2007.

ROSA, S.F.R. Propriedades físicas e químicas de um solo arenoso sob o cultivo de eucalyptus spp. 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 2010.

SANTOS, H.G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, M.S. Solos Arenosos: desafios e manejo. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/solos-arenosos-desafios-e-manejo/>

TEIXEIRA, P.C. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. 573 p. ISBN 978-85-7035-771-7

THOR, K. Calcium – nutrient and messenger. *Front. Plant.*

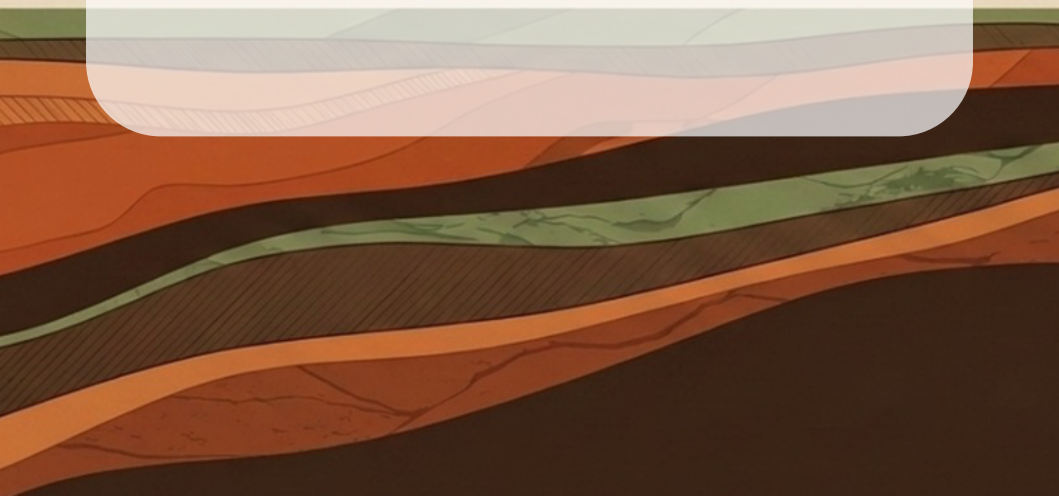


Sci., v. 10, n. 440, p. 1-7, 2019.



# Capítulo 2

## CONSERVAÇÃO DO SOLO



# CONSERVAÇÃO DO SOLO

Vladio Correchel

Felipe Corrêa Veloso dos Santos

**Resumo:** O solo desempenha um papel fundamental na natureza e nas atividades humanas, influenciando diversos processos ambientais, como o ciclo hidrológico, a sustentação de organismos e o ciclo de nutrientes. A degradação do solo, especialmente pela erosão, pode resultar em impactos ambientais negativos, sendo essencial compreender a aptidão do solo para prevenir a degradação. Neossolos Quartzarênicos, uma subordem de Neossolos, são predominantes na região Centro-Oeste do Brasil, ocupando cerca de 15% da área total da região. Esses solos apresentam limitações para uso agrícola devido à textura excessivamente arenosa, baixa fertilidade e capacidade de retenção de água, sendo suscetíveis à erosão. A falta de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions reduzida e reservas limitadas de nutrientes tornam os Neossolos



Quartzarênicos desafiadores para o crescimento das plantas, exigindo práticas de manejo cuidadosas. A condutividade hidráulica saturada e a macroporosidade dos Neossolos Quartzarênicos são sensíveis a mudanças no uso da terra, com áreas de vegetação natural apresentando valores mais altos em comparação com usos antropogênicos. Alterações nessas propriedades podem afetar a recarga de águas subterrâneas e processos de erosão nos solos. Em relação à Educação Ambiental no Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (Monaf), o estudo avaliou as práticas de EA baseadas no Plano de Manejo e informações do Supervisor do Monaf. O Monaf possui um Subprograma de Educação Ambiental/EA com diversas atividades voltadas para a comunidade de produtores rurais na Unidade, buscando sensibilizar os usuários para minimizar impactos ambientais. A escassez de recursos humanos e financeiros tem sido um desafio para alcançar plenamente os objetivos de EA no Monaf. Portanto, compreender a importância do solo, como no caso dos Neossolos Quartzarênicos, e promover a EA em áreas como o Monaf são passos essenciais para a



conservação ambiental e a prevenção da degradação do solo e do meio ambiente como um todo.

**Palavras-Chave:** Solo. Neossolos Quartzarênicos. Erosão. Antropogênicos. Educação Ambiental.

**Abstract:** Soil plays a fundamental role in nature and human activities, influencing various environmental processes such as the hydrological cycle, the support of organisms and the nutrient cycle. Soil degradation, especially through erosion, can result in negative environmental impacts, making it essential to understand soil suitability in order to prevent degradation. Quartzarenic neosols, a suborder of neosols, are predominant in the Centre-West region of Brazil, occupying around 15% of the region's total area. These soils have limitations for agricultural use due to their excessively sandy texture, low fertility and water retention capacity, and are susceptible to erosion. The lack of organic matter, reduced cation exchange capacity and limited nutrient reserves make Quartzarenic Neosols challenging



for plant growth, requiring careful management practices. The saturated hydraulic conductivity and macroporosity of Quartzarenic Neosols are sensitive to changes in land use, with areas of natural vegetation showing higher values compared to anthropogenic uses. Changes in these properties can affect groundwater recharge and soil erosion processes. With regard to Environmental Education at the Tocantins Fossilised Trees Natural Monument (Monaf), the study assessed environmental education practices based on the Management Plan and information from the Monaf Supervisor. Monaf has an Environmental Education/EA Subprogramme with various activities aimed at the community of rural producers in the Unit, seeking to raise awareness among users in order to minimise environmental impacts. The scarcity of human and financial resources has been a challenge to fully achieving the environmental education objectives at Monaf. Therefore, understanding the importance of soil, as in the case of Quartzarenic Neosols, and promoting environmental education in areas such as Monaf are essential steps towards environmental



conservation and the prevention of soil and environmental degradation as a whole.

**Keywords:** Soil. Quartzarenic neosols. Erosion. Anthropogenic. Environmental education.

## **POR QUE OS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS SÃO IMPORTANTES PARA A CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA?**

O objetivo dos sistemas de classificação é organizar o conhecimento, facilitar o uso de grande número de objetos e conceitos, e facilitar a comunicação. Os sistemas de classificação de solos variam de acordo com seus objetivos. A classificação do solo pode ser, portanto, natural/taxonômica ou técnica/interpretativa, sendo capaz de possibilitar inferências sobre as limitações, potenciais e viabilidade de uso da terra (Fanning e Fanning, 1989). O Brasil possui um sistema de classificação taxonômica nacional que é o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA,



2006), sendo este sistema o mais empregado no âmbito nacional. As classificações interpretativas mais utilizadas no Brasil são o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho e Beek, 1995) e o Sistema de Capacidade de Uso (Lepsch et al., 2015). Segundo Pereira e Lombardi Neto (2004), o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras considera, em sua estrutura, diferentes níveis de manejo, possibilitando a distinção da agricultura de alta da de baixa tecnologia.

A classificação do solo reduz a possibilidade do solo ser usado acima ou aquém de sua capacidade de suporte. Para Pedron et al. (2006), a falta de conhecimento da aptidão de uso da terra e planejamento adequado de seu uso gera degradação ambiental, sendo os principais fatores relacionados a esta problemática a utilização inadequada dos recursos naturais e o desrespeito tanto à aptidão agrícola das terras quanto à legislação ambiental vigente. Reconhece-se o valor da classificação do solo como mecanismo de sua conservação. Com a tendência de crescimento econômico do Brasil e aumento da pressão sobre os recursos naturais com



a expansão do agronegócio brasileiro, torna-se necessário ordenar este crescimento para evitar danos ambientais, em especial quando essa expansão ocorre em sistemas pedológicos frágeis de baixa resiliência que são postos a produzir de maneira intensiva, acima de sua capacidade de suporte, resultando na degradação do solo.

Um dos mais importantes processos de degradação do solo em regiões tropicais é o da erosão hídrica, que consiste no desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, provocado pela água (Bertoni e Lombardi Neto, 2008). A erosão natural provoca o desgaste e a modificação da superfície da terra, sendo influenciada por agentes erosivos (água e vento), cobertura vegetal, topografia e tipo de solo e intensificada ou acelerada por ações antrópicas (Tavares ,, 2008). A erosão hídrica ocorre em três fases: o desprendimento de partículas individuais da massa do solo, seu transporte pelos agentes erosivos como a água ou o ar, e a deposição desses materiais em outros locais (Morgan, 1996).

De acordo com Camapum de Carvalho et al.



(2006) a erosão pode ser classificada pelo seu estágio de desenvolvimento como superficial ou laminar, interna (pippe) e linear (sulco, ravina e voçoroca). As voçorocas constituem-se na forma mais grave da erosão e são geradas pela concentração do escoamento superficial no mesmo sulco, que vai se expandindo e coalescendo, formando grandes incisões em extensão e profundidade (Bertoni e Lombardi Neto, 2008). Existem várias classificações e definições relacionadas às voçorocas. Selby (1993) destaca três processos principais que operam, individualmente ou em conjunto, na formação de voçorocas: fluxo superficial, movimento de massa e o piping. O principal agente potencializador de voçorocamentos é o excesso de água, condição que pode ser causada por fenômenos climáticos ou mudanças no uso da terra. O primeiro caso ocorrerá tanto pelo o aumento do runoff (enxurrada) devido à maior quantidade de chuva, quanto pela menor quantidade de chuva, que reduzirá a cobertura do solo pela vegetação. No segundo caso, desmatamento, queimadas, super-pastejo podem gerar maior runoff. Se a velocidade do runoff



exceder a resistência tênsil dos agregados do solo, ocorrerá o surgimento de incisões erosivas (Selby, 1993).

Para Valentin, Poesen e Yong (2005), as voçorocas não ocorrem somente em solos pobres, em regiões de topografia movimentada ou em solos dispersíveis e susceptíveis ao piping. Na maioria das vezes, estes processos surgem pelo cultivo e irrigação inapropriados, super- pastejo, trilha de máquinas agrícolas, construção de estradas e urbanização. Ainda, segundo os autores, as mudanças no uso do solo têm maior impacto sob processo de voçorocamento do que as mudanças climáticas. Valentin, Poesen e Yong (2005), ao analisarem as mudanças de uso do solo como o desmatamento e a sobreutilização do solo em períodos de chuvas extremas, observaram maior surgimento de voçorocas no período avaliado.

A intensidade da ocorrência deste fenômeno é retratada através da literatura. Radoane, Ichim e Radoane (1995) mapearam 9.000 voçorocas em uma área de 25.000 km<sup>2</sup>, na Romênia. Nascimento (1994) mapeou 45 voçorocas em Goiânia (GO), em 801 km<sup>2</sup>.



Santana et al. (2007) encontraram 304 feições erosivas na alta bacia do Rio Araguaia (GO e MT), com área de 62.000 km<sup>2</sup>. Esses trabalhos mostram como o problema é abrangente e numeroso, ocorrendo no mundo todo. Por isso são necessárias tecnologias de recuperação e, ou, estabilização de voçorocas de baixo custo e com uso de materiais alternativos para que esta prática tenha maior viabilidade econômica. Andrade, Portocarrero, Capeche (2005) e Machado et al. (2010) descrevem metodologias de contenção de voçorocas, baseadas no controle da erosão na área de contribuição de voçorocas pela revegetação ou pelo aumento da retenção de sedimentos na parte interna das voçorocas pelo uso de materiais de baixo custo.

Entre os diversos tipos de solo que ocorrem na natureza, os solos mais jovens apresentam partículas minerais conhecidas por areia, que possuem diâmetro médio entre 2 a 0,105 mm e que conferem uma sensação áspera ao tato. Esses solos, quando mais intemperizados, passam a possuir maior quantidade de partículas cada vez maior de partículas menores de areia e de silte, partícula



com diâmetro compreendido entre 0,053 mm e 0,0002 mm, que conferem uma sensação sedosa ao tato. Esses solos, após mais um longo tempo de intemperismo, passam a apresentar menores quantidades de areia e silte e maiores de pequeninas partículas minerais denominadas de argila, que apresentam tamanho inferior a 0,002 mm. Solos que apresentam predomínio de argila em sua constituição mineral, são pegajosos quando úmidos e permitem que sejam compactados, pois são moldáveis, apresentam plasticidade. Por isso, solos com baixa quantidade de argila são mais suscetíveis aos processos de erosão hídrica. Entre as diferentes classes texturais que os solos podem ter, os arenosos, em geral, apresentam reduzidas quantidades de argila. Quando a fração silte desses solos também é reduzida, processos intensos de erosão hídrica são facilitados, o que torna a necessidade de mantê-los sempre cobertos por vegetação indispensável para a conservação desses solos (Sales et al., 2010).

Entre os solos arenosos, destacam-se os Neossolos Quartzarenicos, que tem sido cada vez mais utilizado para



o cultivo agrícola, pecuária e florestal no país na última década. A seguir será apresentada uma caracterização geral dos Neossolos Quartzarenicos, quanto sua gênese, classificação, atributos físicos, hídricos, químicos, sua permissividade a movimentação de metais pesados, taxas de perdas de terra toleráveis e medidas para esse solo no Brasil. A avaliação da aptidão agrícola, dos mecanismos de formação de processos erosivos intensos e dos custos de recuperação desses processos também serão abordados.

## **GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE NEOSSOLOS QUARTZARENICOS**

Os Neossolos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), são pouco evoluídos e não possuem horizonte B diagnóstico. A etimologia do termo Neossolo é caracterizada pelo radical grego “neo” que denota solo jovem e indica pequeno desenvolvimento. A base para a classificação de um solo nesta classe, é que o solo deve estar em formação, devido



à reduzida atuação de processos pedogenéticos ou por características inerentes ao seu material de origem. Assim, esta classe de solo tem como critério de classificação a insuficiência de atributos diagnósticos que caracterizam sua pedogênese; pouca diferenciação entre horizontes, com o horizonte A sucedido pelo horizonte C ou R; e predomínio de características provenientes do material de origem. São solos que podem ser constituídos por material mineral ou até material orgânico pouco espesso, com não mais que 20 cm de espessura (EMBRAPA, 2006).

Sucedendo a classificação do primeiro nível categórico (Ordem), que foi descrita no parágrafo anterior, os Neossolos são classificados, no segundo nível categórico (subordem), em: Litólicos, Regolíticos, Flúvicos, e Quartzarênicos. Os Neossolos Quartzarênicos não apresentam contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, tem sequência de horizontes A – C e apresenta classe textural areia ou areia franca em todos os horizontes; e possuem fração areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo e com ausência de minerais primários alteráveis



(EMBRAPA, 2006). No terceiro nível categórico (grande grupo) os Neossolos Quartzarênicos podem ser classificados em Neossolo Quartzarênico Hidromórfico ou Neossolo Quartzarênico Órtico. Os Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos representam o conceito central da classe, contudo existem os Neossolos Quartzarênicos Órticos intermediários, como: húmicos, fragipânico, solódico, eutrício, léptico, espódico, plíntico, gleissólico, latossólico e argissólico (EMBRAPA, 2006).

Os Neossolos ocupam uma área de 1.246.898,89 km<sup>2</sup>, ou 14,57% do território brasileiro. Desta área, 54% é de ocorrência dos Neossolos Litólicos, 42% dos Quartzarênicos e 2% para ambos, os Flúvicos e Regolíticos (IBGE, 2001). Os Neossolos Quartzarênicos têm expressiva ocorrência na região Centro-Oeste do Brasil, englobando cerca de 15% de sua área total. Esta classe de solo apresenta sérias limitações ao uso agrícola, devido à textura excessivamente arenosa, baixa fertilidade, baixa capacidade de retenção de água e elevada erodibilidade com severos processos de erosão linear (Coelho et al., 2002; Custódio Filho, 2011). A



classificação equivalente do Neossolo Quartzarênico para a Soil Taxonomy é o da classe dos Entisols Quartzipsamments. Os Entisols caracterizam-se, assim como os Neossolos, como solos predominantemente minerais, com pouca ou nenhuma evidencia de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos. Muitos Entisols possuem epipedon ócrico, alguns, quando arenosos, apresentam horizontes álbicos (Fannine e Fanning, 1989).

As condições genéticas necessárias para a formação desta classe de solo são as que impõem fatores limitantes ao desenvolvimento de horizontes. As condições para a formação dos Entisols são as mais variadas: condições climáticas que limitam a quantidade e duração de movimento de água no solo e a biota do solo; movimentos de massa ou outras formas de erosão que remova material superficial de um local a uma taxa igual ou superior a taxa de formação do solo; o processo de acumulação de resíduos pode adicionar material novo à superfície do solo de maneira rápida, de modo que este material não possa ser integrado no horizonte pedogenético; a imobilização do plasma do



solo em materiais inertes inibe a diferenciação do perfil por processo de iluviação; a resistência ao intemperismo de alguns materiais de origem, como os quartzitos, prolonga o período de indiferenciação dos horizontes; a infertilidade ou a toxicidade de alguns materiais de origem ao crescimento de plantas limita a diferenciação biogenética do perfil do solo; o curto espaço de tempo desde a exposição dos materiais de origem aos fatores ativos da formação do solo limitam o desenvolvimento do perfil; uma mudança recente e drástica sob os fatores bióticos podem iniciar a formação de um perfil de solo diferenciado sobre um solo preexistente, que servirá como material de origem.

## **FERTILIDADE QUÍMICA DE NEOSSOLOS QUARTZARENICOS**

Prado (2008), ao interpretar as características químicas de um Neossolo Quartzarênico, constatou que os teores de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions são baixos mesmo no horizonte A, reduzindo



em profundidade até ao horizonte C. Segundo Oliveira (2008), os Neossolos Quartzarênicos, cuja fração areia é constituída basicamente por quartzo, são desprovidos de minerais primários alteráveis, portanto, não possuem reservas de nutrientes para as plantas. Assim, a diminuta capacidade de adsorção destes solos implica em perda fácil de insumos aplicados e elevada taxa de mineralização da matéria orgânica. Frazão et al. (2008) avaliaram os efeitos de usos e manejos diferentes em Neossolos Quartzarênicos em ambiente de Cerrado e constataram que esse solo sob vegetação nativa e sob pastagem degradada apresentou menor valor de pH, de fósforo disponível, potássio, cálcio e magnésio trocáveis. Observaram também que a aplicação de calcário no Neossolo Quartzarenico conduzido em sistema de preparo convencional e plantio direto elevaram as concentrações de cálcio, magnésio, além de corrigir a acidez e diminuir os teores de alumínio. Apesar do Neossolo Quartzarênico possuir limitações de uso devido sua baixa fertilidade natural, se manejado de modo adequado, apresenta potencial para produção.



Ao avaliar os atributos químicos de um Neossolo Quartzarênico sob usos e manejos diferentes, Carneiro et al. (2009) concluíram que esses atributos não diferiram com os usos antrópicos (pastagem nativa, integração agricultura-pecuária, pastagem cultivada, plantio direto com soja no verão e plantio direto com milho no verão), mas apresentaram valores foram maiores que os encontrados sob o Cerrado nativo, que apresentou menores valores por não ser uma área adubada, apresentando-se ácido, dessaturado e com reduzidos valores de nutrientes (pH = 4,9; H+Al = 3,8 cmolcdm<sup>-3</sup>, Al<sup>3+</sup> = 0,79 cmolcdm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 0,13 cmolcdm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,19 cmolcdm<sup>-3</sup>; K = 9,0 mg dm<sup>-3</sup>; P = 1,4 mg dm<sup>-3</sup>; COT = 8,8 g kg<sup>-1</sup>), o que é atribuído à baixa capacidade de troca de cátions deste solo e às perdas de nutrientes pouco retidos nos sítios de troca, devendo, assim, este solo ser manejado com critérios rigorosos, a fim de atingirem seu máximo potencial produtivo e sem provocar a sua degradação.



## **Características físicas e hídricas de Neossolos Quartzarênicos**

Os Neossolos Quartzarênicos, devido a sua textura arenosa, apresentam limitações no armazenamento de água disponível a plantas, com exceção dos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos que estão sob influência do lençol freático elevado por grande período de tempo. O tamanho das partículas da fração areia é de suma importância na capacidade de retenção de água para esta classe de solo. Quando há predomínio de areia fina na fração areia, ocorre melhor disponibilidade de água para as plantas conforme mostram os resultados de Oliveira (2008).

Costa et al. (2009) avaliaram a disponibilidade de água de um Neossolo Quartzarênico na camada 0 - 0,40 m, com 6,7; 112,8; 355,9; 253; 162,6; 40 e 69 g kg<sup>-1</sup> de, respectivamente, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila, densidade do solo (Ds) de 1,64 kg dm<sup>-3</sup>, densidade de partículas (Dp) de 2,55 kg dm<sup>-3</sup> e porosidade total (PT) de 35% e destacam



neste trabalho as exíguas quantidades de água disponível para as plantas nesse tipo de solo.

Sales et al. (2010) avaliaram as alterações dos atributos físicos e hídricos de um Neossolo Quartzarênico Órtico, em função de seu uso e manejo, sendo composto por 144, 776, 37 e 43 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa, areia fina, silte e argila, respectivamente, e com Dp de 2,61 kg dm<sup>-3</sup> e observaram que a Ds foi menor na área de vegetação natural na camada 0-10 cm, de 1,42 kg dm<sup>-3</sup> e de 1,41 kg dm<sup>-3</sup> na 10-20cm, enquanto onde o solo foi submetido a ação antrópica, esses valores foram significativamente superiores, variando de 1,51 a 1,57 kg dm<sup>-3</sup> nas referidas camadas. Sales et al. (2010) também observaram que a microporosidade (Mi) não diferiu entre as camadas e usos do Neossolo Quartzarênico, variando de 0,13 a 0,15 dm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup>, mas a macroporosidade (Ma) e a condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) foram maiores no solo sob vegetação nativa. A Ksat no solo sob vegetação nativa, de 200,38 mm h<sup>-1</sup> na camada 0-10 cm e na 10-20 cm, 205,78 mm h<sup>-1</sup> são superiores aos valores observados em relação aos usos antrópicos, e que



não diferiram entre si ou entre as camadas, mostrando uma variação de 59,37 mm h-1 a 78,21 mm h-1.

A Ma destaca-se nos trabalhos com Neossolos Quartzarênicos, sendo esse um atributo bastante sensível ao manejo. Os reduzidos valores de Mi que esses solos apresentam, condicionados por sua textura, conferem baixa retenção da água e alta Ksat, drasticamente reduzida pela atividade antrópica Sales et al. (2010) salientam que a redução da Ksat em áreas de Neossolo Quartzarenico submetidos a ação antrópica pode resultar em alterações na recarga do lençol freático e favorecer processos erosivos. Assim, a manutenção da cobertura vegetal do solo é considerada fundamental para exploração agropecuária em áreas com estes solos (Sales et al., 2010; Souza e Correchel, 2015).

Parahyba et al. (2008) realizaram estudos hidropedológicos para classificar os solos do município de Gloria (BA) em classes quanto ao potencial desses solos para a irrigação, fazendo testes de infiltração de água no solo pelo método do infiltrômetro de duplo anel e retestes



de infiltração um dia após os testes para avaliar o efeito da umidade inicial do solo na sua capacidade de infiltração, além da determinação da umidade na capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP). Constataram que os Neossolos Quartzarênicos de classe textural arenosa, apresentaram valores de infiltração, com solo inicialmente seco, da ordem de 1.050 a 1.200 mm h<sup>-1</sup>. Para os retestes, com o solo úmido (perto da CC), a infiltração variou entre 750 e 850 mm h<sup>-1</sup>. Os Neossolos Quartzarênicos de classe textural areia-franca tiveram valores de infiltração, com solo inicialmente seco, de 1.000 e 1.300 mm h<sup>-1</sup>; já os valores dos retestes ficaram em torno de 850 a 950 mm h<sup>-1</sup>. Os testes de água disponível indicaram que os Neossolos Quartzarênicos de textura areia-franca, tiveram valores médios de água disponível (AD), obtida pela diferença entre CC e PMP, na faixa 14 a 16 mm, nos primeiros 30 cm, e de 70 a 75 mm, dentro de 120 cm de profundidade, enquanto que os Neossolos Quartzarênicos de textura arenosa tiveram valores médios de AD na faixa de 10 a 15 mm, nos primeiros 30 cm, e de 55 a 60 mm, dentro de 120 cm de profundidade



(Parahyba et al., 2008). Esses resultados mostram que a variação dos valores de infiltração é um processo dinâmico e depende do estado de umidade inicial do solo. Mesmo com esta variação, os Neossolos Quartzarênicos apresentaram elevadas taxas médias de infiltração básica, enquanto que o armazenamento hídrico foi influenciado pelo conteúdo de fração fina nos perfis dos solos.

Brandão et al. (2006) avaliaram a taxa de infiltração da água em algumas classes de solo submetidas a diferentes energias cinéticas de chuva simulada, bem como as características físicas e hídricas das crostas formada nestes solos devido ao impacto destas chuvas simuladas. Observaram que entre os solos estudados, o Neossolo Quartzarênico apresentou as maiores taxas de infiltração devido sua textura arenosa ( $0,876 \text{ kg kg}^{-1}$ ) e alta  $M_a$ , que facilitam a entrada de água, mas observaram uma redução no valor da infiltração à medida que a energia cinética da chuva simulada aumentava. Esta redução da infiltração deveu-se ao encrostamento da superfície do solo, sendo que entre os solos estudados, o Neossolo Quartzarênico foi o



que sofreu maior decréscimo da taxa infiltração, mesmo mantendo as maiores taxas de infiltração, e apresentou maior espessura de crosta. Brandão et al. (2006) explicam que em solos constituídos de grão simples, como os Neossolos Quartzarênicos, as crostas tornam-se mais espessas, pois toda a energia cinética da gota de chuva é empregada na reorganização das partículas do solo. Souza et al. (2005) avaliaram o efeito de diferentes usos de um Neossolo Quartzarênico (930 g kg<sup>-1</sup> de areia, 30 g kg<sup>-1</sup> de silte e 40 g kg<sup>-1</sup> de argila), nas camadas 0–0,05 m, 0,05–0,1 m, 0,1–0,15 m e 0,15–0,2 m, por meio da Ds, PT e RP sob diferentes usos: Cerrado, integração lavoura-pecuária, pastagem, cultivo de milho e Cerrado antropizado em processo de reabilitação natural. Concluíram que todos os usos aumentaram a Ds, sem diferença entre as camadas estudadas. O Neossolo Quartzarênico sob Cerrado apresentou menor valor de Ds (1,41 kg dm<sup>-3</sup>) e sob pastagem o maior (Ds = 1,60 kg dm<sup>-3</sup>). Os maiores valores para PT, de 0,42 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e de Ma, de 0,34 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, foram encontrados no solo sob Cerrado nativo, com redução de valores destes atributos nos demais



sistemas de uso do solo. Já a Mi não apresentou variação significativa entre os usos ou camadas, com valores na faixa de  $0,07 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ .

Souza et al. (2005) relatam que o valor médio da RP do Neossolo Quartzarênico estudado foi de 1,2 MPa na camada superficial, compreendido na faixa moderada de resistência à penetração, o que possibilita o desenvolvimento do sistema radicular dos vegetais em todos os usos do solo estudados. Para Souza e Alves (2003), a resistência mecânica à penetração torna-se impeditiva quando seus valores são superiores a 5 MPa em plantio direto. Assim percebe-se que no Neossolo Quartzarênico, estudado por Souza et al. (2005), nenhum dos usos estudados ultrapassou os valores críticos.

Carneiro et al. (2009) avaliaram atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes usos e manejos. Corroborando com os resultados obtidos por Souza et al. (2005), Parahyba et al. (2008), Sales et al. (2010), Freitas et al. (2012) que também avaliaram atributos físicos e hídricos de Neossolos Quartzarenicos, todos os atributos físicos



estudados apresentaram redução de qualidade quando comparado o uso original do solo (Cerrado nativo) devido ao uso antrópico seja como pastagem, integração agricultura-pecuária, plantio direto de soja e milho, pelo incremento dos valores de Ds e RP e da redução da Ma. Entretanto Carneiro et al. (2009) não encontraram alterações na Mi em relação aos usos do solo e Freitas et al. (2012) encontraram os menores valores de Ds e RP no Neossolos Quartzarenico cultivado em sistema agroflorestal. Embora no trabalho de Freitas et al. (2012) os valores desses indicadores não apresentem diferenças estatística entre o uso agroflorestal e vegetação nativa, os valores encontrados no sistema agroflorestal foram superiores aos encontrados no solo sob vegetação nativa.

Almeida et al. (2008), ajustaram curvas de resistência do solo à penetração para diversos solos, dentre os quais um Neossolo Quartzarênico, para duas densidades distintas, representado dois estados de compactação. A curva de penetração deste solo indicou, que para uma umidade gravimétrica baixa (0,02 kg kg<sup>-1</sup>) a RP teve valor



de 2,10 MPa, para o maior nível de densidade testado. O comportamento exponencial e negativo entre a umidade do solo e sua RP é evidenciado pelos resultados de Freitas et al. (2012), que estudaram o comportamento de atributos físicos e hídricos de um Neossolo Quartzarênico em Esperantina, TO, sob diferentes usos: vegetação nativa, sistema agroflorestal, pastagem e em uma área recém aberta para produção agrícola denominada na região por roça de toco, pois após a derrubada da vegetação nativa, realiza-se o corte e a retirada dos troncos das árvores e a limpeza das podas finas como galhos e folhas por meio do fogo. Depois o solo é semeado em meio às cinzas e tocos que permanecem no local.

### **Movimento de metais pesados**

Oliveira et al. (2010a) analisaram o comportamento, transporte e retenção, do Cádmio (Cd) em algumas classes de solos, dentre estas o Neossolo Quartzarênico, no Estado de Goiás, que apresentou valor médio de Ds de 1,1 kg dm-



3; VTP de  $0,58 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ;  $K_{\text{sat}} = 68,33 \text{ mm h}^{-1}$  e 79, 6, 15 % de areia, silte e argila, respectivamente, no horizonte subsuperficial. Os autores destacam a textura arenosa deste solo, que lhe conferiu alta porosidade e, portanto, alta  $K_{\text{sat}}$ . O atributos químicos desse solo foram de  $S = 1,44 \text{ cmolcdm}^{-3}$ ,  $T = 3,43 \text{ cmolcdm}^{-3}$ ;  $V = 41,96 \%$ ;  $\text{pH} = 6,54$ ;  $\text{CO} = 0,82 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $K_i = 0,74$  e  $K_r = 0,45$ . Os valores de  $K_i$  e  $K_r \leq 0,75$  revelam solos gibbsíticos/oxídicos, o que explica a baixa de retenção de cátions desses solos. Em relação a sorção do Cd, o Neossolo Quartzarênico possui baixa capacidade de retenção deste metal pesado em relação às demais classes de solo estudadas por Oliveira et al. (2010a). A baixa capacidade de retenção deste metal, conjugada à alta e rápida movimentação de água nesta classe de solo, oferece um risco maior de contaminação das águas subterrâneas. A baixa retenção do Cd nesta classe de solo está associada ao baixo teor de argila, responsável pelos sítios de troca (baixa CTC) e pelo tipo de argilomineral encontrado (predomínio de óxidos), o que propicia maior concentração dos metais na solução do solo e, conseqüentemente, maior



fitodisponibilidade dos metais pesados neste solo quando comparado a um Latossolo, por exemplo, que apresenta maior fração de partículas finas (Costa et al., 2008; Oliveira et al., 2010a).

Em outro experimento de sorção de metais pesados em diferentes classes de solos, Oliveira et al. (2010b), avaliaram a sorção competitiva de cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ), cromo ( $\text{Cr}^{+3}$  e  $\text{Cr}^{+6}$ ), zinco ( $\text{Zn}^{+2}$ ), cádmio ( $\text{Cd}^{+2}$ ), chumbo ( $\text{Pb}^{+2}$ ) e níquel ( $\text{Ni}^{+2}$ ). O Neossolo Quartzarenico foi a classe de solo que apresentou menor retenção de metais em comparação com as demais classes de solo sendo, portanto, mais vulnerável à contaminação de águas subterrâneas. A sequência da retenção dos metais pesados em ordem decrescente para o Neossolo Quartzarênico foi:  $\text{Cr}^{+6} > \text{Cr}^{+3} > \text{Cu}^{+2} > \text{Pb}^{+2} > \text{Ni}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Cd}^{+2}$ . Custódio Filho (2011) coletou água em diferentes pontos de captação instalados dentro de uma voçoroca em recuperação em um Neossolo Quartzarenico em Baliza, GO, e detectou teores de Pb, Cd, Cr e Ni variando entre 0,01 e 0,02 ppm, tanto no período seco (junho/2010) quanto no período chuvoso



(dezembro/2010).

## **Erodibilidade e Taxas de erosão hídrica de Neossolos Quartzarenicos**

Macedo et al. (1998) mediram a erosão hídrica em solos arenosos sob pastagem nativa e plantada de *Brachiaria decumbens*, e encontraram valores de erodibilidade altos. Por isso os classificaram como inaptos para lavoura e aptos com restrições para pastagens plantadas se bem manejados no nível B de manejo. A taxa de perda de solo na pastagem plantada (0,9 Mg ha<sup>-1</sup>) foi menor que a encontrada na pastagem nativa (1,03 Mg kg ha<sup>-1</sup>).

Em relação a perda de água, o solo arenoso sob pastagem plantada apresentou menores taxas de perdas de água e maior taxa de infiltração de água no solo do que o solo sob pastagem nativa.

Entre as classes de solos identificadas por Vale Júnior et al. (2009), que estudaram a erodibilidade de solos sob Cerrado e plantios de *Acácia mangium* no estado



de Roraima, destacam-se Neossolos Quartzarênicos Hidromórfico e Órtico, com textura arenosa, que apresentaram valores de infiltração básica de 416 mm h<sup>-1</sup> e coeficiente de erodibilidade de 11,2, para o horizonte A, e 7,3 para o horizonte C. Segundo Vale Júnior et al. (2009) a textura arenosa, embora condicione uma alta taxa de infiltração de água no solo, também torna estes solos altamente erodíveis. Contrapondo o efeito da textura, a posição desses solos na paisagem, em relevo plano a abaciado, com menos de 3% de declividade, os tornam menos vulneráveis a erosão. Na mesma área experimental Brandão et al. (2007) mediram as taxas de erosão hídrica para diferentes níveis de energia cinética das gotas de chuva usando um simulador, e observaram que o aumento da energia cinética proporcionou um aumento progressivo da taxa de perda de solo e associaram esse resultado à redução da infiltração provocada pelo encrostamento superficial do solo, gerando um escoamento superficial que causou elevação da tensão cisalhante do próprio escoamento, elevando-se a capacidade de arraste das partículas do solo.



No entanto, entre as classes de solo estudadas por Brandão et al. (2007), o Neossolo Quartzarênico foi o que apresentou menor taxa de perda de solo, pois além de menor teor de argila, seus constituintes minerais são mais pesados. Por isso a tensão cisalhante de escoamento superficial não foi capaz de transportar grandes volumes deste solo.

Correchel (2003), comparando o valor da erodibilidade calculada por oito métodos de três solos sob dois usos, constatou que independente do método ou do uso, o Neossolo Quartzarenico foi o solo que apresentou menores valores de erodibilidade, de 0,009 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> sob pastagem e de 0,010 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> quando cultivado com cana-de-açúcar, valores classificados como de baixa erodibilidade. A perda média do Neossolo Quartzarenico com pastagem foi de 0,43 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e cultivado com cana- de-açucar de 3,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A discrepância entre os valores médios das taxas de perdas de solo mostra o efeito do uso e manejo desse solo nas taxas de erosão. Custódio Filho (2011) determinou a erodibilidade de um Neossolo Quartzarenico na região de Baliza, GO, usando o



modelo proposto por Wischmeier, Johnson e Cross (1971), e encontrou valores médios de 0,0018 Mg h MJ-1 mm-1 para o horizonte A, de 0,0024 Mg h MJ-1 mm-1 para o horizonte AC e de 0,0060 Mg h MJ-1 mm-1 para o horizonte C. Os valores obtidos por Custódio Filho (2011) foram classificados em graus de limitação usando os critérios descritos em Pereira e Lombardi Neto (2004), e indicaram ligeira restrição de uso em função de sua erodibilidade.

## **AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DE NEOS-SOLOS QUARTZARENICOS**

A avaliação das terras é usada para propósitos práticos e sua aplicação contribui para um uso sábio dos recursos naturais pelo homem. A função do planejamento do uso da terra é de servir como um guia para decisões sobre seu uso, de tal modo que os recursos ambientais sejam usados de maneira mais benéfica para o homem, concomitantemente com a conservação destes recursos para o futuro. Deste modo, a avaliação da terra para seu uso



agrícola segue os seguintes princípios:

A aptidão da terra é analisada em relação a um tipo específico de uso, ou seja, diferentes usos da terra possuem necessidades específicas, sendo as características de cada tipo de terra comparadas com as necessidades de cada uso;

A avaliação requer a comparação dos benefícios obtidos e dos insumos necessários para os diferentes tipos de terra, pois para cada uso a aptidão é analisada pela comparação dos investimentos necessários (trabalho, fertilizantes, construção de estradas etc...) com os bens produzidos ou outros benefícios obtidos; A avaliação é feita considerando os contextos técnico, econômico e social da área envolvida;

A aptidão refere-se a um uso sustentável, pois podem existir formas de uso da terra lucrativas no curto prazo mas que levam a sua degradação e as consequências ambientais negativas são mais relevantes do que o lucro no curto prazo. A avaliação envolve comparação de mais de um tipo de uso, por exemplo: entre a agricultura e florestas, entre sistemas de cultivo ou entre culturas. Muitas vezes



a avaliação comparará usos existentes com usos possíveis, novos tipos de uso, modificações dos usos existentes e, ocasionalmente, um uso será comparado com o “não-uso” da terra (FAO, 1981).

Devido à considerável heterogeneidade, dimensão e desenvolvimento regional diferenciado, o Brasil apresenta condições antagônicas no que se refere à tecnificação da atividade agrícola. Assim, verificam-se situações que ocorrem solos mal manejados e degradados, ao lado de áreas de altas produtividades e manejo altamente tecnificado; extensas áreas sendo desmatadas sem um estudo prévio sobre a melhor utilização das terras. Em determinados casos, os técnicos intervêm após a ação antrópica já ter atingido grau impactante significativo, já que o poder público é moroso na tomada de decisões, e, por vezes, leniente. De modo geral, os recursos naturais têm sido utilizados de forma tão acelerada e intensa, que as intervenções do mundo científico e da sociedade tem sido mais no sentido de reabilitar áreas degradadas do que prevenir problemas ambientais segundo Garcia e Espíndola (2001).



Em geral a classificação do solo pode ser natural/taxonômica ou técnica/interpretativa, sendo esta capaz de possibilitar inferir as limitações, potenciais e viabilidade ou melhor uso da terra. Segundo Pereira e Lombardi Neto (2004) o sistema de aptidão agrícola tem sido empregado na interpretação de levantamentos pedológicos, com diferentes níveis (do nível exploratório ao nível detalhado), possibilitando à avaliação das potencialidades dos solos brasileiros e subsidiando projetos e programas preocupados com o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, as classificações interpretativas mais utilizadas são: o sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho e Beek, 1995) e o Sistema de Capacidade de Uso (Lepsch et al., 2015). O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras baseia-se nas qualidades da terra, em seu tipo de uso e nos níveis de manejo considerados. Orienta o uso do solo, evitando a sub ou super utilização do solo, sendo adequado para avaliar a aptidão de grandes extensões de terra (planejamento regional e/ou nacional). É interpretativo, de caráter efêmero, que varia



com a evolução tecnológica (Ramalho Filho; Beek, 1995), e considera, na sua estrutura, diferentes níveis de manejo, além de permitir modificações ou incorporações de outros fatores de limitação, acompanhando os avanços tecnológicos pois aceita adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento. Também considera a viabilidade de redução de limitações pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo o agricultor de alto nível tecnológico do de baixo nível tecnológico (Pereira e Lombardi Neto, 2004). Mas apresenta um aspecto desfavorável que consiste na escassez de variáveis socioeconômicas (IBGE, 2007). Outra falha do sistema proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) é que este não inclui a legislação na determinação das classes de aptidão.

Pedron et al. (2006) determinaram as áreas de conflitos de uso das terras, através da geração e cruzamento de mapas temáticos para o município de São João de Polêsine (RS) e determinaram que o município apresenta 51,5% da área com uso conforme sua aptidão, 18,7% subutilizado e 27,9% com inadequação de uso. No entanto, verifica-se



que 14,8% da área enquadra-se como área de preservação permanente (APP) e que 8,6% desta apresenta conflitos de uso devido à sua utilização com lavouras e pastagens. Da mesma forma, 90,8% da área enquadrada como APP apresenta algum tipo de aptidão agrícola, mas tem seu uso limitado pela legislação ambiental. Para os autores, a falta de conhecimento da aptidão de uso da terra, planejamento adequado de seu uso e o fato desse sistema de avaliação não englobar a legislação ambiental, tem gerado degradação ambiental.

O Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola apresenta parâmetros para interpretar a condição de uma terra, como Nível de Manejo, Tipo de Uso e Condição Agrícola da Terra. Os Níveis de Manejo se baseiam na aplicação de capital e tecnologia para o manejo, melhoramento e conservação do solo e lavoura, sendo dividido em Nível de manejo A (Primitivo), com adoção de práticas agrícolas de baixo nível tecnológico; B (Pouco desenvolvido), adoção de práticas agrícolas de nível tecnológico intermediário; e C (Desenvolvido) que emprega práticas laborais com base em



alto nível tecnológico. O objetivo dos níveis de manejo é diagnosticar o comportamento da terra sob diferentes níveis tecnológicos. Em relação aos Tipos de Uso são classificados em lavouras, pastagens plantadas e naturais, silvicultura e preservação de flora e fauna. A Condição Agrícola é inferida através dos fatores limitantes da terra como deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio (ou excesso de água), susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Em geral, os solos na paisagem apresentam uma ou várias deficiências, por isso o grau de limitação da terra é inferido através da intensidade dos fatores limitantes (Ramalho Filho e Beek, 1995).

O Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola é estruturado em três níveis categóricos: Grupo, Subgrupo e Classe de Aptidão Agrícola. A Classe é o último e mais importante nível categórico, pois expressa a aptidão agrícola para determinado uso e nível de manejo. Este nível categórico reflete a intensidade com que as limitações afetam uma terra e resulta da interação de sua condição agrícola, nível de manejo e utilização. As Classes de Aptidão Agrícola



podem ser: Boa, Regular, Restrita e Inapta, aumentando as limitações da terra da Classe Boa (produção sustentável com mínimas restrições que não afetam a produtividade, benefícios e uso de insumos) para a Classe Inapta (terra com sem condições de produção sustentável decorrente de limitações muito fortes) (Ramalho Filho e Beek, 1995).

Trabalhos na literatura mostram que os Neossolos Quartzarenico, em geral, não apresentam aptidão agrícola ao nível de manejo A (Correia; Reatto; Spera, 2004; Pereira e Lombardi Neto, 2004; Prado, 2008; Custódio Filho, 2011). No entanto, as avaliações realizadas por Freitas et al. (2016), Correchel et al. (2016) e Freitas et al. (2012) mostram que isso depende muito do perfil do agricultor. Pereira e Lombardi Neto (2004) em uma área de 276.451,0 ha na região de Ribeirão Preto, SP, concluíram que os Neossolos Quartzarênicos que ocupam 7,26% da área, com 19.661 ha, caracterizados por serem profundos, álicos ou distróficos, com sérias limitações de retenção de água e nutrientes e acentuada erodibilidade tem aptidão agrícola nos níveis de manejo B e C como diagnóstico da qualidade agroambiental



na região.

A baixa aptidão agrícola dos Neossolos Quartzarenicos está associada a alta quantidade de areia, baixos teores de argila, matéria orgânica, agregação e diminuto armazenamento de água limitam seu uso agrícola e que apesar da adsorção de fósforo ser reduzida nestes solos, existem sérios problemas com a lixiviação de nitrogênio e decomposição rápida de matéria orgânica. A lixiviação de nitratos e sulfatos é grande neste solo devido à grande macroporosidade e permeabilidade (Correia; Reatto; Spera, 2004; Pereira e Lombardi Neto, 2004; Martins e Chagas, 2015), por isso não é recomendado o uso desse solo como receptor de lixos produtos ou potencialmente poluidores (Oliveira, 2008). Segundo Prado (2008), os Neossolos Quartzarênicos são normalmente indicados para pastagens e reflorestamentos.

Segundo Coelho et al. (2002) os Neossolos ocupam uma área de 1.246.898,89 km<sup>2</sup>, ou 14,57% do Brasil, com expressiva ocorrência na região Centro-Oeste brasileira, englobando cerca de 15% de sua área total. Embora



apresentem naturalmente elevado potencial de erosão (Hernani et al., 2015), diversos autores concordam que a ocorrência de processos erosivos nestes solos é rápida e se dá após a intervenção antrópica. Há ocorrência de severos processos de erosão linear (ravinas e voçoroca) em áreas de cabeceiras de drenagem sobre tal classe de solo (Custódio Filho, 2011; Filizola et al., 2011; Souza e Correchel, 2015; Martins e Chagas, 2015).

## **MECANISMOS DE FORMAÇÃO DA EROSÃO HÍDRICA**

O solo, segundo EMBRAPA (2006), é uma coleção de corpos naturais constituídos por parte sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais. Contém matéria viva e podem ser vegetados. Esta definição é bastante ampla e abrangente, permitindo-nos inferir sobre a múltipla capacidade que o solo possui em cumprir funções tanto no



âmbito natural quanto antrópico. Assim, o solo pode ter significados distintos para cada área do conhecimento e usuário. Por exemplo, em épocas passadas, para um geólogo ou um engenheiro, o solo era um sedimento de rocha. Para um hidrólogo, o solo representa um reservatório de água que interfere no balanço hídrico de uma bacia hidrográfica. Para o ecologista o solo é analisado em relação sua influência sob o crescimento e a distribuição de plantas e animais, enquanto que o produtor rural se interessa pela maneira como o solo afeta a produção agrícola sendo que seu interesse, muitas vezes, se limita à camada superficial do solo (White, 2009).

O solo, a camada intemperizada, fragmentada e externa da superfície da Terra, para a ciência ambiental é um corpo natural envolvido em interações dinâmicas com a atmosfera, acima, e com a litosfera, abaixo; influencia o clima do planeta, o ciclo hidrológico, serve como meio para o crescimento de organismos e ainda atua na ciclagem de nutrientes (Hillel, 1998), sendo, portanto, o substrato natural dos ecossistemas terrestres, fundamental para



manutenção das comunidades vegetais e animais. Sua eficiência funcional constitui suporte para a vida humana, segurança às nações e estabilidade às sociedades.

A degradação do solo está associada aos efeitos ambientais negativos decorrentes de atividades e, ou, intervenções humanas. Assim como a definição do solo varia entre os campos do conhecimento, da mesma forma ocorre em relação à definição de solo degradado. Por exemplo, para a engenharia civil o conceito de solo degradado está relacionado à alteração de sua capacidade em manter-se coeso e com sua densidade elevada, para servir como meio de suporte às estruturas das obras. Entretanto, para a Agronomia, os solos adensados ou compactados caracterizam processo de degradação (Tavares, 2008), ou seja, da deterioração de suas propriedades edáficas, sendo a erosão do solo uma das principais causas (Capeche, 2008).

Erosão, cuja etimologia vem do latim (erodere), significa: corroer, ou seja, é o desgaste da superfície da terra por agentes erosivos (Camapum de Carvalho et al., 2006). A erosão refere-se à remoção da parte superficial e



subsuperficial do solo pela ação da água (erosão hídrica), resultado do efeito do embate direto da chuva e do escoamento superficial, e do vento (erosão eólica), ação de ventos sobre a superfície do solo. A erosão eólica é expressiva em regiões semi-áridas ou com períodos marcantes de seca ao longo do ano, ou, ainda, em materiais de solo fracamente agregados, podendo atuar de forma intensa em terrenos planos. O risco de erosão eólica é acentuado pela remoção ou redução da cobertura vegetal. A erosão hídrica: resulta da remoção de material sólido à medida que ocorre o fluxo de água no solo. Este tipo de erosão é mais intenso nos trópicos.

A erosão hídrica, causada pela incidência das gotas de chuva sobre o solo, é um processo que ocorre em três fases: destacamento ou desagregação de partículas da massa do solo; transporte desse material pelos agentes erosivos e a sedimentação ou deposição desses materiais em outros locais, que ocorre quando não há mais energia suficiente para o transporte das partículas (Bertoni e Lombardi Neto, 2008). A severidade da erosão depende da quantidade de material perdido do solo e a capacidade



dos agentes erosivos em transportá-los (Morgan, 1996). A erosão do solo é, portanto, uma função do poder erosivo da água e da erodibilidade do solo:  $Erosão=f(Erosividade, Erodibilidade)$ , sendo a erosividade a habilidade potencial de uma chuva em causar erosão para dado solo e vegetação, e a erodibilidade é a susceptibilidade que uma solo apresenta em relação ao potencial erosivo da chuva (Selby, 1993; Bertoni e Lombardi Neto, 2008).

A erosão hídrica está relacionada com o movimento da água, ou seja, com o ciclo hidrológico. Nos trópicos, a água alcança o solo, predominantemente, através da precipitação. A água da chuva pode atingir diretamente o solo ou ser interceptada pela vegetação e evaporar-se ou escorrer pelas folhas. Parte da água que alcança o solo pode se infiltrar, contudo, se a precipitação for maior que a capacidade de infiltração do solo e este já estiver saturado, a água irá acumular-se nas depressões do terreno e quando estas estiverem todas preenchida começará o escoamento superficial (Selby, 1993; Bertoni e Lombardi Neto, 2008).

Contudo, antes do início da ação erosiva do



escoamento superficial, o solo é atingido por milhares de gotas de chuva que causam erosão por salpicamento. Esta modalidade de erosão depende da energia cinética da gota de chuva, que se relaciona com a massa (m) e a velocidade (v) dos agentes erosivos, sendo expressa pela seguinte fórmula:

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

Assim, a desagregação das partículas depende da erosividade da chuva, diâmetro das gotas de chuva, direção e velocidade do vento e condições da superfície do solo. Partículas salpicadas podem mover mais de 0,6 m em altura e 1,5 m lateralmente em solos planos. Já em solos inclinados, o solo salpicado move-se preferencialmente a jusante. Ainda, a velocidade terminal de uma gota de chuva grande (5 mm de diâmetro) pode atingir 9 ms<sup>-1</sup>. Assim, estas gotas de chuvas agem compactando o solo, através de seu impacto direto sobre o solo, dispersando-o. Esta ação faz com que as partículas menores, que foram desagregadas pelo impacto da gota, entupam os poros



que são os responsáveis pelo movimento de água no solo, causando selamento e encrostamento na superfície do solo, reduzindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial (Morgan, 1996; Hillel, 1998).

Deste modo o controle da erosão deve ser feito pelo controle do escoamento superficial. A redução da cobertura vegetal poderá aumentar a erosão por fluxo superficial, pois haverá mais chuva atingindo a superfície do solo, e menos sendo interceptada pela vegetação (Morgan, 1996). O escoamento superficial inicia-se como um fluxo laminar e difuso sobre a superfície de terreno, promovendo a erosão laminar. Este tipo de erosão caracteriza-se pela retirada de uma camada delgada da superfície do solo, por isso é menos percebida pelo homem. Após o escoamento superficial ter percorrido distância suficiente para atingir velocidade e volume suficiente, este fluxo começa a causar incisões sob o solo e a se canalizar, favorecendo a concentração do fluxo de enxurrada e dando origem a erosão em sulcos que na sua fase inicial podem ser desfeitos por operações normais de preparo do solo (Morgan, 1996; Bertoni e Lombardi Neto,



2008).

Se esse fluxo não for interrompido, o processo erosivo pode evoluir, formando ravinas e voçorocas (Quadro 1).

Quadro 1. Tipos erosivos

AGENTE CAUSADOR	TERMINOLOGIA
Agentes geológicos (ex.: água, vento, gelo)	Erosão natural/geológica
Ação humana	Erosão antrópica/acelerada
Água	Erosão hídrica
Fluxo superficial difuso	Erosão laminar
Fluxo concentrado	Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas)
Vento	Erosão eólica

Fonte: Adaptado de Camapum de Carvalho et al., 2006

Sulcos são canais de até 10 cm formados pelo escoamento superficial, são bem distribuídos na paisagem, e podem ser destruídos com práticas comuns de preparo do solo. As ravinas são canais com profundidade maior que 10 cm e menor que 50 cm (uma maior profundidade



gera instabilidade de talude), formadas por escoamento superficial. As voçorocas possuem mais de 50 cm de profundidade. Neste tipo de erosão atuam processos de erosão superficial, erosão interna (atuação do lençol freático) e movimentos de massa (Morgan, 1996; Oliveira, 2005; Camapum de Carvalho et al., 2006).

As voçorocas podem ser classificadas em pequenas, médias ou grandes, em função de sua profundidade ou área de sua bacia de contribuição. As dimensões para cada classe de voçoroca estão na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de tamanhos de voçorocas.

Classes de voçorocas	Profundidade (m)	Área da Bacia de Contribuição (ha)	Fonte
Pequena	até 1	até 2	(FAO, 1986; Bertoni e Lombardi Neto, 1994)
Média	1 até 5	2 até 20	
Grande	mais que 5	mais que 20	
Pequena	até 2,5	até 10	
Média	2,5 até 4,5	10 até 50	(Capeche et al., 2008)

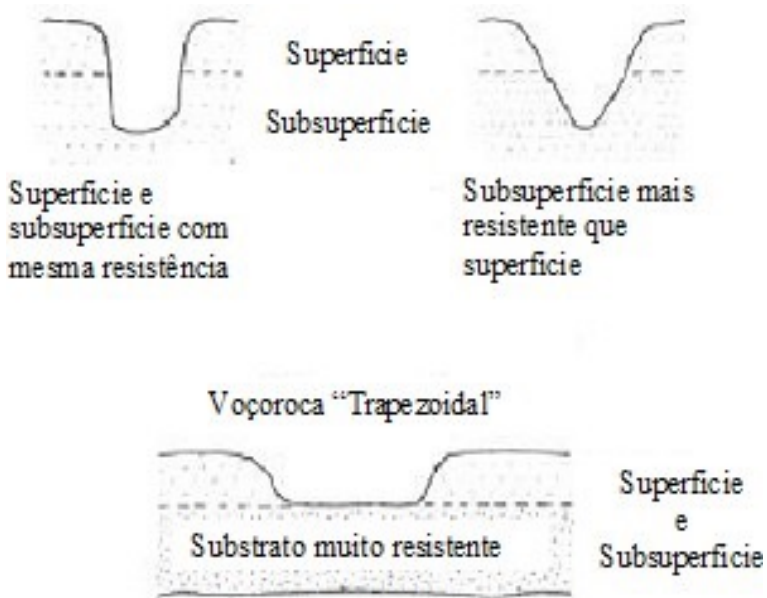


Grande	mais que 4,5	mais que 50	
--------	--------------	-------------	--

São várias as classificações e definições encontradas na literatura sobre as voçorocas conforme compilado por Radoane, Ichim e Radoane (1995). Mas algumas informações importantes são: voçorocas são formas da paisagem instáveis, compõem a rede de drenagem, apresentam incisão de um canal inclinado, muitas vezes com uma cabeceira escarpada e de crescimento rápido, canal com seção transversal em V (quando o subsolo é de textura fina, de menor erodibilidade) ou em U (quando o subsolo tem maior erodibilidade), apresentam fluxo de água efêmero e não são destruídos por práticas agrícolas ordinárias. Portanto, as voçorocas podem ser classificadas usando o formato de sua seção transversal como parâmetro. Assim, podem ser classificadas como tendo formato em U, em V e trapezoidal (Figura 1).



Figura 1. Tipos de cessões transversais de voçorocas  
(Adaptado de FAO, 1986).



As voçorocas com formato em U possuem as camadas superficiais e subsuperficiais com a mesma resistência contra a erosão. Deste modo, a subsuperfície é erodida na mesma proporção que a superfície do solo, formando paredes quase verticais nas laterais da voçoroca. As voçorocas em V, desenvolvem-se onde a camada subsuperficial é mais resistente à erosão que a superficial.



Já as voçorocas com formato trapezoidal formam-se onde o canal da voçoroca é constituído de material bem mais resistente que a camada superficial do solo (FAO, 1986).

Existem outras classificações na literatura nacional e internacional referentes a este tipo de erosão, como: Continuous gullies ou Discontinuous gullies, Valley side gullies ou Valley floor gullies, voçorocas conectadas ou desconectadas a rede de drenagem (Figura 2).

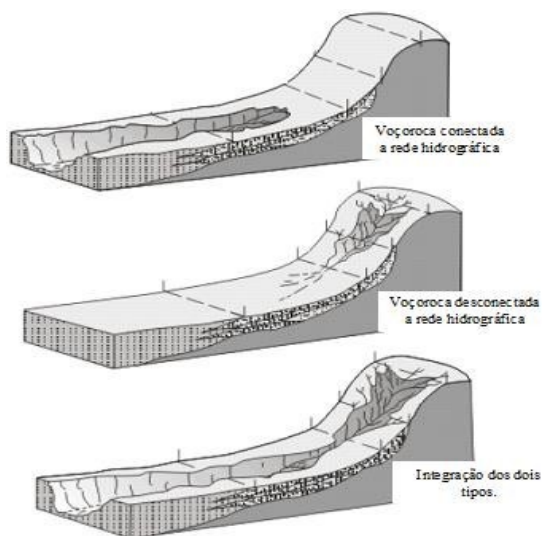


Figura 2. Voçorocas conectadas e desconectadas a rede de drenagem (Adaptado de Caseti, 2005).



As Continuous gullies possuem um canal (voçoroca) principal conectado a várias ramificações (voçorocas tributárias) e desembocam em um canal de drenagem. Estas Voçorocas Conectadas (Continuous Gullies) são extensões da rede de drenagem, portanto influenciam a sedimentação e tem importância na geração de efeitos off-site (Grissinger,1995). Já as Discontinuous gullies são feições erosivas independentes que não estão conectadas a um canal de uma voçoroca principal ou a uma rede de drenagem, portanto, desaparecem em uma zona de deposição antes de alcançar a rede de drenagem ao fundo do vale (FAO, 1986; Morgan 1996). As Valley floor gullies formam-se nas depressões ou vales das paisagens durante chuvas intensas, podendo formar de ravinas até voçorocas. Podem originar-se por ação de fenômenos de superfície (escoamento superficial), contudo, a medida que se tornam mais profunda, avançam por recuo de sua cabeceira, através de solapamentos, erosão por queda d'água (plungee pool erosion ou water fall erosion), até atingirem as encostas ou



porções mais íngremes da paisagem. Já as Valley side gullies ocorrem na linha de drenagem principal da encosta, onde há concentração do escoamento superficial que cortam o solo da encosta, ocorrência de colapso de pipes subsuperficiais ou movimento de massa local que criam uma depressão linear na paisagem. As Valley side gullies podem ser tanto continuous (conectadas a um canal de drenagem ao fundo do vale) quanto discontinuous (desconectadas a rede de drenagem) (Morgan, 1996).

Além destas tipificações das voçorocas, Poesen et al. (2003) ainda as distinguem em ephemeral gullies, permanent ou classical gullies e bank gullies. As ephemeral gullies são formas erosivas formadas por erosão causada por fluxo superficial concentrado de água, maiores que os sulcos erosivos (rill erosion), porém menores que as classical gullies, que correspondem as voçorocas convencionais. Já as bank gullies desenvolvem-se quando o escoamento superficial concentrado cruza um banco de terra. Devido o gradiente do declive da superfície do solo, na parte superior deste banco de terra, ser muito grande (por ex.: subvertical



para vertical), as bank gullies desenvolvem-se rapidamente sobre ou abaixo da superfície do solo, por erosão hidráulica, piping e movimento de massa. Uma vez iniciadas, as bank gullies evoluem pelo movimento de recuo de sua cabaceira para uma porção da paisagem com um menor declive. Souza e Correchel (2015) observaram a formação de dutos biogênicos, sulcos e alcova de regressão em ramificações de uma voçoroca em um Neossolo Quartzarenico sob pastejo em pastagem formada em 1970 na zona rural de Quirinópolis, GO (Figura 3).





Figura 3. Dutos biogênicos (A), sulcos e alcova de regressão (B) em taludes de ramificações de voçoroca em Neossolo Quartzarenico sob pastagem.

Fotos: Alik T. Sousa/2008.

Fonte: Souza e Correchel (2015).

As voçorocas são definidas como sendo o processo erosivo pelo qual o escoamento da água acumula-se e, muitas vezes, ocorre em canais estreitos e, num curto período de tempo, remove solo deste local a profundidades



consideráveis (Poesen et al., 2003). São, portanto, feições erosivas que formam cursos d'água escarpados e relativamente estáveis, que experimentam fluxo de água efêmero (Morgan, 1996).

Existem alguns processos específicos ao mecanismo de voçorocamento, além do sulcamento do solo provocado pelo fluxo concentrado de água. Estes processos são: Erosão por queda d'água (plunge pool erosion ou water fall erosion) que se origina do escoamento superficial da água que desemboca no interior das incisões erosivas.

O solapamento da base dos taludes ocorre o arraste de partículas de solo da base do talude, provocando seu descalçamento, podendo gerar alcovas de regressão. Este processo pode ocorrer por erosão por queda d'água, por piping e percolação de água no interior dos taludes, com a atuação do lençol freático. O movimento de massas ocorre por escorregamentos, queda de blocos, corridas (fluxo de solo). Fluxos subsuperficiais (pipe erosion) consistem na formação de tubos na encosta/taludes, devido ao carreamento das partículas do solo pelo aumento do fluxo de água, podendo



gerar cavidades no solo e provocar a sua subsidência. Este fenômeno é característico de solos dispersíveis e de solos com teor de argila maior nos horizontes subsuperficiais do que nos superficiais (solos com horizonte B textural) o que gera uma redução e desbalanço na condutividade da água ao longo do perfil (Oliveira, 2005; Camapum de Carvalho et al., 2006).

Dentre os fatores que dispõe o solo ao surgimento de piping estão: variação sazonal da chuva, solo sujeito a rachaduras em períodos de seca, redução na cobertura vegetal, existência de camada impermeável no perfil do solo, existência de gradiente hidráulico no solo e camada dispersível de solo. Assim, há grande ocorrência de piping em áreas de clima semi-árido, com presença de argilas esmectíticas, que possuem forte expansão e contração, e com alta saturação por sódio, que promove a dispersão do solo e desfloculação da argila quando há presença de água no solo. Quando surgem rachaduras no solo, resultados da sua dessecação, estas podem promover rápida infiltração de água da chuva. Esta água infiltrada rapidamente irá atingir



uma camada de reduzida condutividade hidráulica o que condicionará o movimento lateral de água em detrimento de sua drenagem em profundidade. Este movimento lateral poderá ser rápido o suficiente para mover partículas de solo e desenvolver um canal, ou, se este solo for dispersível, este perderá sua agregação. O movimento da água pelas rachaduras e espaços será lento até que a surgência da água à jusante, promovendo uma aceleração do fluxo interno da água à montante podendo aumentar um pipe ou gerar uma voçoroca (Selby, 1993).

Selby (1993) descreve que o piping é comum nas paredes de voçorocas e cabeceiras de deslizamentos de terras, por onde o fluxo interno de água no solo é subitamente acelerado, gerando uma pressão hidráulica que promove a lavagem das partículas para fora do solo. Este processo de erosão interna pode se expandir a montante muito rapidamente após terem sido iniciados. Há três processos principais que operam para a formação de voçorocas, que, na maioria das vezes, ocorrem de forma conjunta: escoamento superficial, movimentos de massa e o piping (Selby,



1993). Muitas vezes, as voçorocas são desencadeadas, ou aceleradas, pela combinação de uso inapropriado da terra e eventos extremos de chuvas. Este processo não é limitado a terras áridas, montanhosas e acidentadas, e se constitui em uma causa global de degradação da terra, afetando vasta gama de solos propensos a encrostamento e piping (Valentin; Poesen; Yong (2005).

Entre os fatores antrópicos que promovem o voçorocamento, destacam-se o desmatamento, as queimadas em florestas e pastagens, o super-pastoreio, as trilhas formadas pelo tráfego de animais e veículos, as valas de divisa de propriedades, aceiros, a mineração, as estradas de terra, o preparo inadequado do solo (ex.: preparo morro abaixo) e seu uso intensivo acima de sua aptidão, a falta de planejamento e de adoção de práticas conservacionistas. Entre os fatores naturais/físicos destacam-se o fator climático (distribuição, intensidade e erosividade de chuva e produção de escoamento superficial), fatores geomorfológicos (área e formato da bacia de contribuição da voçoroca, e o comprimento e declividade da encosta),



pedológicos (características dos solos que influenciam a sua erodibilidade, principalmente sua classe textural que é importante para a taxa de infiltração de água e a sua erodibilidade) e o fator vegetação (cobertura vegetal que protege o solo intercepta a chuva e beneficia a estruturação, a porosidade do solo, portanto aumenta a infiltração e reduz volume e velocidade de escoamento superficial (FAO, 1986; Silva et al., 1993; Augustin e Aranha, 2006; Morgan, 1996; Casseti, 2005; Capeche, 2008).

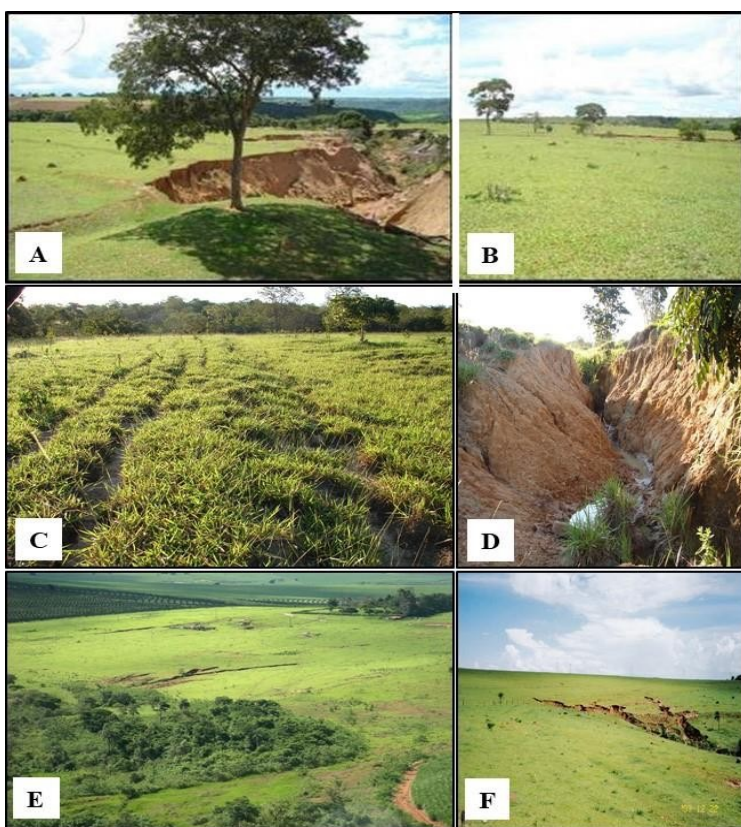
Silva et al. (1993) investigaram as relações entre o surgimento de voçorocas com os usos e classes de solo no município de Lavras (MG) e verificaram que o processo de formação de voçorocas foi condicionado pelo uso antrópico ao longo do tempo, como a extração de ouro na época colonial, pelas escavações abandonadas que sofreram ação das chuvas; o povoamento das margens das voçorocas sem um planejamento adequado, mas foi na fase da mineração de calcário e caulim na região que mais se observou o surgimento e voçorocas. Outros fatores que contribuíram para isso foram as trilhas formadas pelo gado nas áreas de pastoreio



e as obras viárias mal dimensionadas, através da exposição das camadas subsuperficiais (com maior erodibilidade), além de queimadas sucessivas e as operações de preparo do solo realizadas no sentido do declive ou “morro abaixo”, também agravam esta problemática. Em pastagens naturais ou cultivadas em Neossolos Quartzarenicos, o pisoteio dos animais pelo mesmo percurso forma trilhas onde o solo fica compactado, reduzindo a infiltração de água nessa área e favorecendo a concentração de enxurrada formando sulcos que evoluem para voçorocas (Figura 4).



Figura 4. Imagens de sulcos de erosão formados nos trilheiros de pastagens e que evoluem para voçoroca em Neossolos Quartzarenicos nas regiões estudadas por Souza e Correchel (2015) em Quirinópolis, GO (A e B), por Custódio Filho (2011) em Baliza, GO (C e D) e por Sparovek; Hornink; Schnug (2001) em Piracicaba, SP (E e F).



## CONTROLE DE VOÇOROCAS

O controle de voçorocas deve ser feito através de medidas preventivas, evitando o início do processo erosivo. Para isso, a adoção de práticas de conservação do solo e de medidas corretivas são fundamentais. Medidas de estabilização ou de recuperação dependem do tamanho da voçoroca e da relação benefício-custo, por isso nem sempre é realizada a recuperação total ou a estabilização da erosão em uma área erodida (Camapum de Carvalho et al., 2006). O controle de voçorocas fundamenta-se na proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva com o uso de cobertura vegetal, no disciplinamento do fluxo de água, superficial ou subsuperficial e difuso ou, principalmente, concentrado; e em facilitar a infiltração de água no solo. Algumas intervenções que são frequentemente realizadas são o disciplinamento do escoamento da água à montante da erosão; obras de drenagem (superficial e subterrânea); estabilização de taludes e cabeceiras; contenção de sedimentos em seu talvegue; recuperação de planícies e



áreas sedimentadas à jusante da voçoroca; e seu reaterro (Sales; Camapum de Carvalho; Palmeira, 2006; Correchel, 2008; Custódio Filho, 2011). Contudo, salienta-se que as estratégias de recuperação de áreas com presença de voçorocas devem incluir práticas mecânicas e vegetativas de baixo custo. Isto se deve ao fato de haver um grande número deste tipo de processo erosivo no país, assim é necessário pesquisar técnicas alternativas de baixo custo para recuperação destas áreas (Andrade; Portocarrero; Capeche, 2005; Farias; Camapum de Carvalho; Palmeira, 2006; Correchel, 2008; Custódio Filho, 2011).

A recuperação ou a estabilização de voçorocas é um processo que demanda tempo, trabalho e capital, muitas vezes oneroso. As terras que possuem este passivo acabam por terem seus valores venais reduzidos, sendo muitas vezes o valor da terra inferior ao da recuperação da voçoroca. Contudo, as voçorocas devem receber algum tratamento para proteção do ambiente no qual está inserida, a fim de evitar danos a propriedades vizinhas, corpos d'água, barragens, estradas, prédios. Assim, de acordo



com a dimensão da voçoroca e relação benefício/custo, deve-se optar por sua recuperação total ou estabilização, destinando esta área recuperada ou estabilizada como canal escoadouro, reflorestamento, preservação de flora e fauna e, em alguns casos, reincorporá-la ao processo produtivo (Bertolini e Lombardi Neto, 1994; Capeche et al., 2008).

Algumas medidas são indicadas para a estabilização do processo erosivo como o isolamento da área afetada com cerca (Figura 5) para impedir o acesso de gado, do trânsito de máquinas ou pessoas para evitar que se formem trilhas que favorecem o sulcamento do solo e dificultam o crescimento da vegetação. Além disso, o isolamento facilita a semeadura e plantio de espécies para aumentar a cobertura local, bem como o monitoramento da intervenção como a realização de práticas edáficas e vegetativas de conservação (calagem, adubação, controle de invasoras), assegurando a revegetação da área. Deve-se evitar o plantio de espécies arbóreas no entorno do processo erosivo (Valentin; Poesen; Yong (2005; Correchel, 2008; Souza e Correchel, 2015), mas é desejável o plantio de espécies forrageiras da família das



poaceas e das leguminosas para aumentar a rugosidade da superfície do solo e manter o solo protegido da erosividade das chuvas.

Outra técnica que auxilia a recuperação de voçorocas é o uso de geotêxteis, que promovem a proteção dos taludes até que a vegetação se desenvolva e seja capaz de cumprir este papel (Fernandes et al., 2009; Ribeiro; Holanda; Araújo Filho, 2013). Os geotexteis também são usados como separadores em projetos de drenagem subterrânea, e como reforçadores do solo, para que este suporte maior carga. Fernandes et al. (2009) testaram a eficiência de vários tipos de geotêxteis, com ou sem com vegetação (mistura de gramíneas e leguminosas), na proteção de taludes e redução das taxas de erosão e constataram que o uso da manta geotêxtil proporcionou a redução das perdas de solo, independentemente do tipo de geotêxtil estudado.



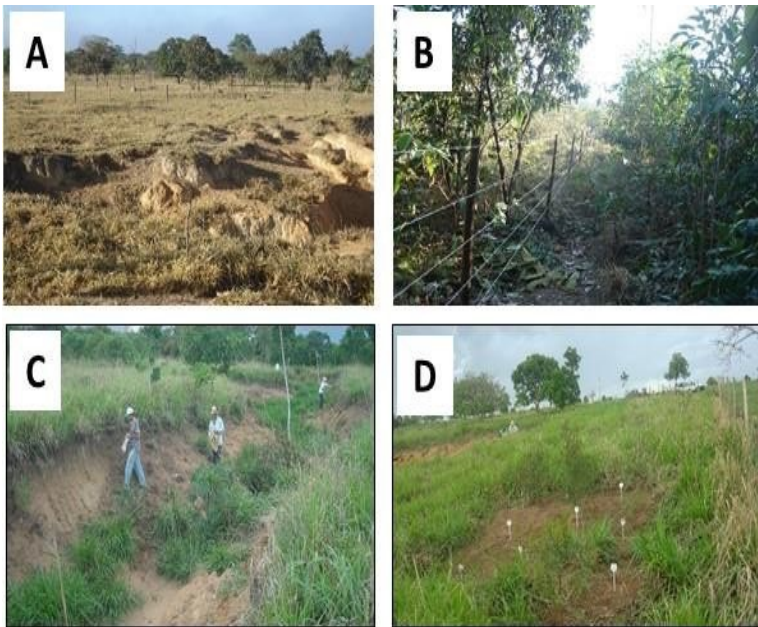


Figura 5. Cerca de isolamento (A, B), semeadura (C) e plantio (D) de diversas espécies vegetais para incrementar e acelerar o processo de revegetação dos taludes, canais e área de contribuição das ramificações da voçoroca instalada em Neossolo Quartzarenico em Baliza, GO.

Fonte: Correchel (2008).

O plantio do capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides* nash) em cordões vegetados também tem sido muito



utilizado em projetos de recuperação de voçorocas (Marques e Pazzianotto, 2004; Truong; Loch, 2004; Andrade; Portocarrero; Capeche, 2005; Chaves et al., 2012; Chaves e Andrade, 2013), bem como o uso de leguminosas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos. O uso do capim-vetiver é uma alternativa viável no controle de processos erosivos e estabilização de taludes, pois sua raiz chega a 4 m de profundidade e possui alta resistência tênsil, além de não ser uma espécie invasora (Pereira, 2006). Contrastando com a eficácia do vetiver, Farias, Camapum de Carvalho e Palmeira, (2006) faz ressalvas quanto ao uso e presença de bambus e bananeiras em taludes, pois possuem sistema radicular fraco, elevam a umidade do solo deixando-o menos consistente e sua altura pode promover instabilidade no talude.

Outra medida de recuperação de voçorocas que pode ser adotada é o seu reaterro, que deve ser utilizada quando for viável técnica e financeiramente. Sua adoção está relacionada ao valor comercial da área afetada, sendo viável em recuperação de ruas e estradas (áreas urbanas)



atingidas por voçoroca. Esta medida é a última a ser adotada, e deve ser precedida pelo disciplinamento da água para que o aterro não seja erodido. Os materiais usualmente adotados para esta medida são o solo e entulhos previstos em legislação, mas é frequente encontrar lixo no interior de voçorocas.

O volume de solo ou outro material deve ser calculado com base na cubagem da voçoroca a partir da densidade do solo do entorno da área erodida. Mas é preciso ter cuidado para não provocar um dano ambiental, extraindo solo de locais de empréstimo, e considerar os custos com o transporte do material a ser utilizado no preenchimento da voçoroca. O uso de entulhos pode resolver dois problemas ambientais: o controle da erosão e a disposição de resíduos. Contudo, o entulho lançado nas erosões pode ser muito heterogêneo (resto de materiais de construção, lixo domiciliar, matéria orgânica de podas e capinas, materiais de difícil decomposição como pneus, latas, vidros etc...), por isso é necessário estar atento a legislação e usar materiais homogêneos e inertes para essa finalidade, considerando-



se também seu potencial risco de poluição da água, a conformação do relevo do terreno aterrado (pois entulhos com alta permeabilidade podem gerar risco de erosão interna), a destinação da área aterrada e ainda se haverá necessidade de construir alguma estrutura de contenção da enxurrada ou dispositivo de drenagem na área (Camapum de Carvalho et al., 2006).

Sparovek, Hornink e Schnug (2001) utilizou cerca de 130 mil pneus inservíveis como material de preenchimento de uma voçoroca instalada em um Neossolo Quartzarênico em Piracicaba, SP, e concluiu que além desta técnica ser viável para a recuperação de grandes erosões, permite dar destinação adequada aos pneus sem serventia que podem servir como ambiente de procriação de *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, pois ficam empilhados e expostos às chuvas. Cappi (2004) analisou a biodegradação, a disponibilidade de metais na solução do solo e fez ensaios em colunas de lixiviação usando a borracha dos pneus picados e verificou que os teores de metais no solo e no lixiviado, estavam dentro da faixa



determinada pela Resolução CONAMA n. 258/99 (Brasil, 2004) como padrão de qualidade para águas subterrâneas. Com base nos trabalhos de Sparovek, Hornink e Schnug (2001) e Cappi (2004), Correchel (2008) aplicou a técnica de preenchimento de voçoroca com pneus sem serventia em um Neossolo Quartzarenico em Baliza, GO (Figura 6).

Após a intervenção na voçoroca, foram semeadas e plantadas mudas de diferentes espécies para recobrimento do solo (Figura 5) como poaceas, leguminosas, aromáticas, arbóreas frutíferas e nativas dentro e fora da área de isolamento na voçoroca em estabilização em Setembro de 2008. A Figura 7 mostra a condição de preenchimento da voçoroca pelos sedimentos carregados pela enxurrada que foram retidos pelos pneus na área em visita técnica realizada em dezembro de 2019.





Figura 6. Ações de preenchimento de uma voçoroca em Neossolo Quartzarenico em Baliza, GO, realizadas em 22 de dezembro de 2007. Para isso, foram recebidos, organizados e recobertos pneus sem serventia (A), construída uma cerca de isolamento no entorno da voçoroca (B), aplicado calcário de modo mecanizado em todas pastagens das áreas externas à área de isolamento (C) e de modo manual dentro



da área de isolamento (D). A feição erosiva foi reafeiçoada em bacias de retenção (E) interligadas. Os pneus foram dispostos dentro da voçoroca (F) onde também foram instalados tubos de acesso para viabilizar o monitoramento da água (G). Os taludes foram reafeiçoados por máquinas, suavizando o processo erosivo e recobrando os pneus (I).

Custódio Filho (2011) analisou a liberação de metais na solução do solo no período seco e no período chuvoso na água coletada nos pontos de captação de água na mesma voçoroca em Baliza, GO e não encontrou valores fora da faixa considerada adequada pela resolução CONAMA n. 357 (Brasil, 2005) nos dois períodos avaliados (junho e dezembro de 2010). Apesar de diferentes estratégias de conservação do solo terem se mostrado efetivas no controle de voçorocas, raramente são adotadas pelos fazendeiros ao longo do tempo e em larga escala. Tanto os cientistas quanto os agentes do poder público não tem idéia clara das razões que fazem com que estas estratégias não sejam aceitas. Entretanto, para que estas estratégias sejam adotadas pelos



produtores rurais, estas devem estar associadas com um rápido benefício em termos de produtividade da terra e do trabalho e terem baixo custo.



Figura 7. Bacias de retenção de água interligadas após reafeição da voçoroca do Neossolo Quartzarênico em Baliza, GO, e preenchidas com pneus sem serventia.

Fotos: Vladia Correchel, dezembro/2019.

Segundo Valentin, Poesen e Yong (2005), a intenção de se adotar novas medidas de conservação do solo algumas vezes está relacionada à percepção do perigo que uma voçoroca pode representar para o produtor.



## **CUSTOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS AOS IMPACTOS DE PROCESSOS EROSIVOS**

Os efeitos nocivos da erosão, seja hídrica ou eólica, têm sido estudados há muito tempo. Bennett (1933), um dos pesquisadores precursores do estudo da conservação do solo, relata que grandes extensões de terras férteis nos Estados Unidos foram degradadas pela erosão eólica, fenômeno batizado na ocasião de dust bowl. Um documentário produzido em 1950 descreve por meio de relatos e registros fotográficos o processo e os efeitos do dust bowl que assolou diversas regiões dos Estados Unidos na década de 1930. Passa assistir o documentário, acesse <https://youtu.be/CM3ZHMBhP2k>. Outro, mais recente e específico sobre a região do Colorado, pode ser acessado em <https://youtu.be/RKSvqTzgMrA>.

A redução da produtividade está associada com a remoção de nutrientes que, em geral, estão presentes em maiores quantidades até, aproximadamente, 20 cm de profundidade na maioria das áreas cultivadas com plantas



anuais. Conforme a camada de solo vai sendo removida pela erosão hídrica, os nutrientes também são carreados para fora das áreas de produção, sendo conduzidos para outros locais onde serão depositados (Marques, 1949; Lombardi Neto e Drugowich, 1994; Bertoni e Lombardi Neto, 2008; Sun et al., 2018). Na prática, isso significa que além do prejuízo ambiental, pois esses nutrientes podem alcançar cursos de água e promover um decréscimo na qualidade dos recursos hídricos, também representa um prejuízo financeiro ao produtor pois a redução da disponibilidade de nutrientes no solo implica em um aumento da necessidade de reposição de nutrientes ao solo por meio da adubação, elevando os custos de produção (Sarcinelli et al., 2009; Medeiros et al., 2016; Lima et al., 2017; Sun et al., 2018).

No Brasil, um dos primeiros trabalhos realizados para avaliar os custos da erosão data de 1949, realizado por Marques<sup>1</sup> (1949) citado por Bertoni e Lombardi Neto (2008) que avaliou que as perdas de solo por erosão laminar

---

1 MARQUES, J.Q.A. Política de Conservação do Solo. Ministério da Agricultura. 1949. 73p. (Boletim S.I.A., Serviço de Informação Agrícola, 734)



eram da ordem de quinhentos milhões de toneladas por ano, correspondente ao desgaste uniforme de uma camada de 15 cm de espessura numa área de cerca de 280.000 ha, e que esta perda anual de solo correspondia a oito milhões de toneladas de nutrientes (N, P, K) carreados do solo, indicando o efeito negativo da erosão na produção de milho.

Lombardi Neto e Drugowich (1994) estimaram uma perda de 194 milhões de toneladas de terras férteis no estado de SP, o que representa uma perda de 20 cm de solo de uma área de 100.000 ha, que equivalia na época a US\$ 200 milhões em fertilizantes perdidos das áreas de produção. A erosão do solo representou uma perda de 5 kg de solo para a produção de 1 quilo de milho, ou 10kg de solo para cada 1 quilo de soja produzida, ou 12 kg de solo perdido para cada quilo de algodão produzido. Considerando a perda de água, perdeu-se, por ano, o equivalente a 10 bilhões de metros cúbicos, o que corresponde a um rio com vazão de 314 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> durante um ano, ou um lago de dimensões de 90 km x 5 km x 20 m, volume de água suficiente para abastecer 100 milhões de habitantes num ano.



Diversos trabalhos realizados no país nas últimas décadas apontam elevadas taxas de perdas de solo, nutrientes e água (Bertol et al., 2007; Sarcinelli et al., 2009; Telles et al., 2011; Telles et al., 2013; Medeiros et al., 2016; Lima et al., 2017) que contabilizam milhões de reais desperdiçados em termos de reposição de nutrientes e água para os produtores e um aumento no custo de tratamento de água e no risco potencial de contaminação dos corpos de água. Entretanto, isso depende da natureza do solo (Oliveira et al., 2010ab), da erosividade da chuva (Silva et al., 1997; Silva, 2004; Ferreira; Dantas; Lima, 2018) entre outros fatores como a conformação do relevo, o tipo e a densidade da vegetação presente na área (Mingoti, 2009; Leite e Rosa, 2012; Coutinho et al., 2014).

A tolerância de perda de solo (T) é a quantidade de terra que pode ser perdida por erosão, mantendo o solo produtivo por longo período de tempo. O estabelecimento de uma taxa de tolerância depende de propriedades do solo como profundidade, topografia e erosão antecedente. A dificuldade de se estabelecer um nível de tolerância está em



determinar o quanto de erosão é erodível sob determinadas condições de uso e manejo. Mas esse problema poderia ser evitado se a perda de solo ocorresse na mesma intensidade em que o solo se forma, mas este tempo de formação não pode ser determinado de modo preciso (Bertoni e Lombardi Neto, 2008). Assim, é difícil reconhecer quando ocorre o equilíbrio entre a taxa de perda e de formação do solo. Apesar de ser possível quantificar a perda de solo, a taxa de formação do solo é tão lenta que dificulta sua determinação. Uma abordagem alternativa, que evita a necessidade de se medir a taxa de formação de um novo solo diretamente, é a estimação de uma taxa de formação que equilibre a taxa de perda por erosão, em áreas onde há uma condição de equilíbrio natural, como matas nativas (Morgan, 1996).

Um critério alternativo ao valor T é o método do índice de tempo de vida do solo proposto por Sparovek e Jong Van Lier (1997). O valor T considera a preservação do solo. Assim, quando as taxas de erosão do solo são superiores a sua renovação, há diminuição de sua espessura. Definiu-se uma espessura mínima, abaixo da qual os



insumos (fertilizantes, resíduos de culturas) e a tecnologia de manejo (irrigação, culturas geneticamente melhoradas) são insuficientes para manter produção economicamente viável. Assim, taxas de erosão maiores do que as de formação são toleradas somente durante o período no qual não se atingiu a espessura mínima. Este período foi definido como tempo-de-vida do solo e foi aplicado a microbacia hidrográfica do Ceveiro em Piracicaba, SP. Maiores detalhes sobre o método podem ser obtidos em Weill e Sparovek (2008). Oliveira (2008), e Demarchi et al. (2019) também estimaram a tolerância de perdas de solo.

Segundo Barbier (1995), dentro de uma perspectiva econômica, a conservação do solo implica em “economizar solo para seu uso futuro”. Contudo, o produtor pode escolher usá-lo mais intensamente, à custa de mais erosão e menos solo disponível para o futuro. Assim, a taxa ótima de conservação do solo não condiz com a eliminação da erosão ou sua redução a uma taxa considerada ideal. Isto se deve ao fato de que a conservação do solo possui custos, então muitas vezes não é viável reduzir a erosão a zero, mesmo sendo



tecnicamente possível. A erosão gera para o produtor custos diretos, relacionados ao dispêndio de esforço, materiais, equipamentos, estruturas requeridas para empreender as medidas de conservação do solo; e custos indiretos, na forma da perda de produção corrente que resulta do menor uso do solo no presente. Em contraposição aos custos da erosão, os benefícios gerados pela conservação do solo são relacionados a ganhos presentes e futuros, por se ter mais solo disponível, considerando um ativo econômico que pode ser explorado pelo cultivo para produzir um fluxo de renda presente e futura. Sua conservação pode ter influência na valorização da terra para o futuro em decorrência de se ter mais terra produtiva através da conservação.

O custo da erosão não é tão dependente da quantidade de solo perdida quanto é dos efeitos econômicos destas perdas. A erosão do solo possui efeitos onsite (internos) e offsite (externos). Os efeitos onsite referem-se a efeitos no local de onde o solo foi removido, sendo a perda de produtividade do solo seu principal efeito. Já os efeitos offsite envolvem o impacto da deposição do solo na forma



de sedimentação, eutrofização de corpos d'água, danos a redes de drenagem e cursos d'água, aumento de enchentes em baixadas (Alfsen et al., 1996). Exemplos dos danos provocados por estes tipos de erosão são apresentados na Quadro 2.

Os efeitos on-site da erosão associam-se a perda da eficiência da produção agrícola devido ao processo erosivo. Deste modo, os custos internos são absorvidos pelos próprios produtores, os quais tem seus custos de produção aumentados a médio e longo prazos. Os efeitos externos são absorvidos por outros agentes econômicos que sofrem, principalmente, com o processo de assoreamento dos recursos hídricos. Contudo, estes custos não estão incluídos nos custos privados do produtor/degradador (Rodrigues, 2005).



Quadro 2. Exemplos de danos on-site e off-site associados com a erosão hídrica

on-site	off-site
Perda de nutrientes e matéria orgânica;	Sedimentação dos corpos d'água;
Redução da profundidade da camada superficial e armazenamento do solo;	Poluição química de água e solo;
Danos a estrutura e a Biota do solo;	Danos a estradas e infraestrutura;
Redução da produção agrícola.	Enterrio de produções off-site;
	Turbidez da água.

Fonte: Marshall et al., 1999.

Para Barbier (1995), as taxas privadas de erosão, em geral, divergem das taxas sociais, pois os produtores preocupam-se mais com os custos on-site da erosão. Mas a sociedade também deve se preocupar com os custos off-site ou externos. Externalidades são os custos ou benefícios decorrentes de um processo de produção ou consumo, os quais não são refletidos nos preços de mercado. Uma externalidade negativa resultante da erosão do solo em áreas agrícolas é a sedimentação de reservatórios e das redes de drenagem. Já a proteção do solo, proveniente do



plântio de árvores e culturas perenes é um exemplo de externalidade positiva. Estes custos e benefícios off-sites não estão contidos nos preços dos produtos agrícolas e nas tomadas de decisão dos produtores, mas fazem parte dos impactos econômicos da degradação ambiental. Portanto, é fundamental avaliar os custos gerados pela erosão tanto on-site quanto off-site. A mensuração de custos on-site objetiva estimar o valor presente da renda líquida perdida através da erosão excessiva, ou seja, é a diferença entre o valor presente do retorno líquido do sistema produtivo com conservação e o valor presente do retorno líquido do sistema produtivo com erosão. São adotadas duas abordagens para sua aferição: método da mudança da produtividade e o método do custo de reposição. Para Barbier (1995) ambas as abordagens são falhas e superestimam os custos on-site da erosão. Já a mensuração dos custos off-site tem como objetivo principal, estimar o valor presente de qualquer custo externo decorrente da sedimentação e outros impactos à jusante do local erodido.

Marques e Pereira (2004) valoraram os efeitos on-



site da erosão do solo a partir do custo de reposição dos nutrientes perdidos pelo uso agrícola do solo nas bacias hidrográficas dos Rios Atibaia e Jaguarí (SP). Este método reflete os custos associados aos efeitos internos à área de produção agrícola e o valor econômico das perdas de solo pode ser calculado pela igualdade: Valor econômico das perdas de solo =  $Q_n (P_n + C_a) + (P_p * Q_p)$ , em que  $Q_n$  = fertilizantes carregados pela erosão;  $P_n$  = preço dos fertilizantes;  $C_a$  = custo de aplicação;  $P_p$  = preço do produto agrícola;  $Q_p$  = redução da produtividade a longo prazo, devido a erosão. Os resultados de Marques e Pereira (2004) mostram que o valor monetário dos custos gerados pela erosão na Bacia do rio Atibaia, com área de 4.290 km<sup>2</sup> e perda de solo em torno de 316.000 t ano<sup>-1</sup>, foi da ordem de US\$ 336 mil. Deste valor, a reposição de N via sulfato de amônio correspondeu 90% dos valores totais das perdas. A estimativa do valor econômico da perda de solo agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarí, com área de 2.760 km<sup>2</sup> e perda média de solo de 675.000 t ano<sup>-1</sup>, foi da ordem de US\$ 715 mil por ano.



A reposição de nutrientes por meio de fertilizantes industrializados resulta em custos adicionais aos produtores, mas refletem apenas uma parte dos danos ambientais causados pela erosão do solo agrícola. A Embrapa Meio Ambiente disponibiliza uma ferramenta em seu site ([https://www.cnpma.embrapa.br/analise\\_econ/index.php3](https://www.cnpma.embrapa.br/analise_econ/index.php3)) que possibilita estimar as perdas econômicas e as perdas de solo através do método do custo de reposição. Assim, agricultores, associações de produtores, cooperativas e extensionistas podem, a partir de informações e dados relativos à sua exploração agrícola e bacia hidrográfica, calcular os custos econômicos da erosão no solo agrícola.

Trabalhos mostram que as maiores perdas de nutrientes são encontradas em áreas conduzidas no sistema de preparo convencional do solo quando comparado a sistemas conservacionistas como o preparo mínimo e o plantio direto (Bertol et al., 2007; Machado, 2007; Bertol et al., 2017). Bertol et al. (2007) quantificaram as perdas de solo e nutrientes de um Cambissolo Húmico, sob preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto e constataram



que as perdas de solo foram fortemente influenciadas pelo sistema de manejo. O valor monetário da perda de nutrientes no plantio direto naquela época foi de US\$ 14,83 por hectare por ano, no preparo mínimo de US\$ 16,33 e na semeadura direta, de US\$ 24,94. Anos depois, Bertol et al. (2017) obtiveram maiores taxas de perdas de nutrientes no sistema de preparo convencional quando comparado ao plantio direto. Os resultados obtidos por Bertol et al. (2017) indicam que o plantio direto apresenta eficiência 45% maior que o preparo convencional na redução das perdas de nutrientes, embora no caso específico do superfosfato triplo, o custo das perdas desse fertilizante pela erosão foi 29% maior no plantio direto em relação ao convencional, enquanto que para uréia e calcário, a eficácia do plantio direto no controle de custos foi de 65 e 50%, respectivamente.

Rodrigues (2005) valorou os impactos on-site e off-site dos sistemas de plantio direto e convencional, do milho e soja, no município de Mineiros (GO), representativos do Cerrado, usando o método custo-reposição. Concluiu que se os produtores do município utilizassem o sistema



convencional no plantio da soja e milho, o custo anual com reposição de nutrientes seria de R\$ 227.482,46, ou seja, um valor médio de R\$ 4,10 por hectare, mas se adotassem o plantio direto teriam um custo médio com de R\$ 1,06 por hectare, ou seja, um custo anual com reposição de nutrientes de R\$ 58.949,48.

Sarcinelli et al. (2009) calcularam que o custo total de reposição dos nutrientes nas áreas ocupadas com cultivos na microbacia do córrego Oriçanguinha foi de R\$116.330,11 ao ano, o que equivale a um custo de reposição de nutrientes médio de R\$61,37 por hectare ao ano. Dechen et al. (2015) analisaram o efeito da cobertura do solo nas taxas de perdas de solo e nutrientes e verificaram que o solo com 90% de cobertura, em comparação ao sem cobertura, reduziu as perdas médias de água em 51,97%, de terra em 54,44% e de matéria orgânica em 54,91%. Em solo sem cobertura, foram estimadas perdas de 16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 8% de KCl em relação à quantidade de fertilizantes recomendada. Os custos variaram de US\$ 107,76 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no solo com 0% de cobertura a US\$ 18,15 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no solo com 90%. A



partir desses valores, estimaram-se para o Brasil perdas de 616,5 milhões de toneladas de terra ao ano, decorrentes do processo de erosão do solo em lavouras anuais, e custos da ordem de US\$ 1,3 bilhão ao ano.

Além dos custos analisados em áreas de produção ou parcelas experimentais de avaliação de erosão, também existem estudos sobre os custos associados a recuperação de voçorocas utilizando diferentes técnicas e com diferentes objetivos (Tôsto; Campos; Neves, 2000; Machado et al., 2006; Custódio Filho, 2011). Tôsto, Campos e Neves (2000), analisando o intenso voçorocamento que ocorre em Lagoa Dourada, MG, relatam que a criação extensiva de gado, a utilização de práticas de manejo e conservação do solo inadequadas, bem como a aração do solo morro abaixo, são desencadeadores do processo, tendo consequências negativas para a região, pois verificaram que 42% das propriedades avaliadas sofrem com erosão, manifestadas como voçoroca em 90% das propriedades e com dimensão média de três hectares por propriedade. Dos fazendeiros que sofrem com erosão, 86% adotaram alguma técnica para



conter/recuperar/evitar a degradação do solo, dos quais 10 tiveram dificuldades (70% tiveram dificuldades financeiras e 60% técnicas). A erosão também afetou o preço da terra, surgindo uma diferença de 86,67% entre uma propriedade sem erosão (US\$ 3.000,00 ha-1) e outra que sofre com erosão (US\$ 40,00 ha-1).

Para a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1986), ao se considerar o controle de voçorocas, a prevenção é a melhor solução. As intervenções realizadas em estágios iniciais são mais econômicas do que aquelas realizadas em estágios mais avançados. Uma pequena voçoroca, ou ravina, pode ser facilmente reparada, porém se é permitido seu avanço, esta pode alcançar proporções além de uma recuperação economicamente viável. Assim, na maioria das situações, o controle de voçorocas é destinado à prevenção de maiores danos e perdas de áreas produtivas do que a recuperação destas áreas para uso agrícola. Os projetos para controle de voçorocas podem ser avaliados usando o método da relação custo/benefício, valor presente líquido ou o método da taxa



interna de retorno. Mesmo se o custo de recuperação for alto, geralmente é econômico a proteção do solo contra danos adicionais.

Através do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas do Estado de São Paulo e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), no período de 2002 a 2008, foram controladas 2138 voçorocas, com um custo de R\$ 3.047.082,00, tendo beneficiado 1494 produtores. O controle destas erosões representou ganho ambiental, econômico e social (CATI, 2008). Segundo Machado et al. (2006) é possível conter a evolução de voçorocas de modo eficiente e a baixo custo, utilizando-se mão-de-obra familiar e materiais alternativos existentes na propriedade rural. Por exemplo: controlar a erosão à montante da voçoroca, favorecer a retenção de sedimentos na parte interna da voçoroca através de práticas simples e materiais de baixo custo e, por último, a revegetação das áreas de captação (cabeceira) e interna da voçoroca com espécies vegetais adaptadas ao local, de preferência gramíneas. Machado et al. (2006) descrevem a recuperação de uma voçoroca com



a adoção desta técnica, no município de Pinheiral (RJ), em uma área de 15.000 m<sup>2</sup> e custos da ordem de R\$ 10.904,10. Deste montante, 64,3% do custo total foram gastos com mão-de-obra. Em relação ao gasto com insumos, os custos despendidos com mudas e seu transporte, moirões e arame, representaram os maiores gastos. Os autores ressaltam que, embora a metodologia empregada seja uma das mais baratas, é possível reduzir seus custos ainda mais. Isto pode ser alcançado se o fazendeiro produzir as mudas, utilizar parte dos insumos produzidos na propriedade, como esterco, e não usar mão-de-obra contratada, podendo dessa forma, reduzir significativamente os custos do projeto. Assim, a adoção de estratégias de controle de erosão para a recuperação de áreas com voçorocas deve contemplar práticas mecânicas e vegetativas de baixo custo (Andrade; Portocarrero; Capeche, 2005; Correchel, 2008; Custódio Filho, 2011). A Agência Nacional de Águas (ANA), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, desenvolveu o Programa Produtor de Água, que objetiva aumentar a oferta e a qualidade da água através do incentivo a adoção de práticas



de manejo do solo que promovam a redução do processo de erosão-sedimentação. Este incentivo é feito por meio de compensação financeira pelos serviços ambientais gerados pelo abatimento do processo erosivo, ou seja, remunera a redução da erosão, incentivando a redução dos danos “off-site” do processo erosivo, que se constitui em fonte difusa de poluição para os corpos d’água. Este programa faz com que o produtor rural passe da condição de poluidor, e migre para a condição de um provedor de serviços ambientais. Maiores informações no site <http://www.ana.gov.br/produagua>. Programas como esses são importantes para a conservação do solo, pois trazem incentivos econômicos para aqueles que a promovem, educação ambiental e auxiliam a sobrevivência das nascentes.

## **REFERENCIAS**

ALFSEN, K.H. et al. The cost os soil erosion em Nicarágua. *Ecological Economics*, v. 16, n. 2, p. 129-145, 1996.

ALMEIDA, C.X. et al. Funções de pedotransferência para a



curva de Resistência do solo à penetração. Rev Bras Cienc Solo, v. 32, p. 2235-2243, 2008.

ANDRADE, A.G.; PORTOCARRERO, H.; CAPECHE, C.L. Práticas Mecânicas e Vegetativas para Controle de Voçorocas – Comunicado Técnico 33. Embrapa, Rio de Janeiro, 2005.

AUGUSTIN, C.H.R.R.; ARANHA, P.R.A. A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados. Geonomos, v. 14, p. 75-86, 2006.

BARBIER, E.B. The Economics of Soil Erosion: Theory, Methodology and Examples. In: Fifth BIENNIAL WORKSHOP ON ECONOMY AND ENVIRONMENT IN SOUTHEAST ASIA, 5, 1995. Singapore, November 28-30, 1995.

BENNETT, H.H. The cost of soil erosion. The Ohio Journal of Science, v. 33, n. 4, p. 271-279, 1933.

BERTOL, I. et al. Nutrient and Organic Carbon Losses, Enrichment Rate, and Cost of Water Erosion. Rev Bras Cienc Solo, v.41, p.1-15, 2017.

BERTOL, I. et al. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes



sistemas de manejo do solo. Rev Bras Cienc Solo, v. 31, n. 1, p. 133-142, 2007.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Controle de voçorocas. In.: LOMABARDI NETO, F.; BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.

BRANDÃO, V. S.; SILVA, D.D.; RUIZ, H.A.; PRUSKI, F.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; MARTINEZ, M.A.; SILVA, E.O. Perdas de solo e caracterização física e micromorfológica de crostas formadas em solos sob chuva simulada. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.1, p.129-138, 2007.

BRANDÃO, V.S. et al. Resistência Hidráulica da Crosta Formada em Solos Submetidos a Chuvas Simuladas. Rev Bras Cienc Solo, v. 30, p. 13-21, 2006.

BRASIL. Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 14 nov. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 258, de 26 de agosto de 1999. Revisão sobre a coleta e destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/index>.



php?option=com\_sisconama&task=documento.download&id=17830#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20preven%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0,adequada%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 14 nov. 2022.

BRASIL. Resolução Conama, nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download>.

CAMAPUM DE CARVALHO, J. et al. (org.). Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro. Brasília: FINATEC, 2006.

CAPECHE, C.L. et al. Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In.: TAVARES, S. R. L.(org). Curso de Recuperação de Áreas Degradadas. A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação. Embrapa Solos, 2008. cap. 5, p. 105-132.

CAPPI, D.M. Recuperação ambiental de áreas erodidas como alternativa de destino final de pneus inservíveis. 2004. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.



CARNEIRO, M.A.C. et al. Atributos Físicos, Químicos e Biológicos de Solo de Cerrado sob diferentes Sistemas de Uso e Manejo. Rev Bras Cienc Solo, v. 33, p. 147-157, 2009.

CASSETI, V. Geomorfologia. Goiânia: FUNAPE, 2005. 212 p.

CATI - Coordenadoria De Assistência Técnica Integral. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. CATI, 2008. Disponível em: [http:// http://www.cati.sp.gov.br/Cati/\\_projetos/pemh/pemh\\_final.php](http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_projetos/pemh/pemh_final.php). Acesso em: 12 jul. 2023.

CHAVES, T.A. et al. Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. Manual técnico 34. 19 p.

CHAVES, T.A.; ANDRADE, A.G. Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. Manual Técnico 39, 16 p.

COELHO, M.R. et al. O Recurso Natural Solo. In.: MANZATTO, C.V. (org.). Uso Agrícola dos Solos Brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. cap. 1, p. 1-12.



CORRECHEL, V. Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica da análise da redistribuição do “fallout” do 137Cs. 2003. 99 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

CORRECHEL, V. Educação ambiental e estabilização de uma voçoroca do lote 536 no Assentamento Oziel Alves Pereira em Baliza, GO. Relatório final. Convênio INCRA/FUNAPE/UFG - CRT/GO/34.000/01. Goiânia, 2008.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas Relações com o Uso e o Manejo. In.: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina. Embrapa Cerrados, 2004, cap.. Cap. 1, p. 29-61.

COSTA, C. S. et al. Água disponível em um Neossolo Quartzarênico após adição de um condicionador mineral do solo. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.13, p.524-530, 2009.

COSTA, E.T.S. et al. Subproduto da Indústria de Alumínio como Amenizante de Solos Contaminados com Cádmiio e Chumbo. Rev Bras Cienc Solo, v. 32, p. 2533-2546, 2008.

COUTINHO, L.M. et al. Cálculo do fator LS da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) para a bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. Revista Agro@mbiente, v. 8, n. 1, p.



01-09, jan./abr. 2014.

CUSTÓDIO FILHO, R. O. Recuperação e monitoramento de voçoroca em Neossolo Quartzarênico no município de Baliza, GO. 2011. 98f. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. 2011

DECHEN, S.C.F. et al. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. *Bragantia*, Campinas, v. 74, n. 2, p.224-233, 2015.

DEMARCHI, J. C.R; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Estimativa de perda de solos por erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão das Perobas (SP) nos anos 1962 e 2011. *Raega – O Espaço Geográfico em Análise*, v. 46, n. 1, p. 110-131, 2019.

DRUGOWICH, M. I. (org.). Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solo e Água. 2 ed. Campinas: CATI, 1994. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. Soil Morphology, Genesis and Classification. United States of America. John Wiley & Sons. 1989. 395 p.



FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. A framework for land evaluation. 2. ed. Roma: FAO Soils, 1981. Bulletin 32.

FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. Watershed management field manual - Gully control. Roma, 1986.

FARIAS, R.C.; CAMAPUM DE CARVALHO, J.; PALMEIRA, E.M. Sistema de barramentos para recuperação de ravinas e voçorocas. In: CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M.M.; SOUZA, N.M.; MELO, M.T.S. (org.). Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro. Brasília: FINATEC, 2006. Cap. 12, p. 387-425.

FERNANDES, L.S. et al. Uso de geomantas no controle da erosão superficial hídrica em um talude em corte de estrada. Rev Bras Cienc Solo, v. 33, p. 199-206, 2009.

FERREIRA, N.C.; DANTAS, T.M.; LIMA, Y.C.R. Avaliação da Erosividade da chuva nos municípios goianos entre 1998 e 2017. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 20, n. 10, p. 1-25, 2018.

FILIZOLA, H. F.; ALMEIDA FILHO, G. DE; CANIL, K.; SOUZA, M. D. DE; GOMES MARCO ANTÔNIO. Controle



dos processos erosivos lineares, ravina e voçorocas, em área de solos arenosos. Jaguariúna: Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 7p. Circular Técnica, 2011.

FRAZÃO, L.A. et al. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 641-648, 2008.

FREITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; CUSTÓDIO FILHO, R. O.; CORRECHEL, V. Carbono no solo, acúmulo e qualidade da serapilheira em sistemas de produção familiar. Floresta (Online) (Curitiba), v. 46, p. 31-38, 2016

FREITAS, I.C.; SANTOS, F.C.V.; CUSTODIO FILHO, R.O.; SILVA, N.R.A.; CORRECHEL, V. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes formas de manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2012;16:1275-81.

GARCIA, G. J.; ESPINDOLA, C.R. SIAT – Sistema de Avaliação de Terras. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.5, p.223-228, 2001.

GRISSINGER, E.H. Rill and Gullies erosion. In.: AGASSI, M. (org.). Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation. New York. Marcel Dekker Inc., 1995, Cap. 8, p. 153-167.



HERNANI, L.C. et al. Potencial natural de erosão e geotecnologias para a classificação de capacidade de uso dos solos. In: CASTRO, S.S.; HERNANI, L.C. (Eds.) Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 6, p. 135 - 157.

HILLEL, D. Environmental Soil Physics. San Diego: Academic Press, 1998. 757p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007. 316 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de solos do Brasil, escala 1:5.000.000. 2001.

LEITE, E.F.; ROSA, R. Mapeamento Geomorfológico: A Carta de Energia do Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO. Revista Brasileira de Geografia Física, v.2, p. 269-284, 2012.

LEPSCH, I.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4. ed. Campinas: SBCS, 2015. 175 p.

LIMA, J.W.C. et al. Custo da erosão hídrica para diferentes



usos do solo no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.11, n.6, p. 1772 - 1783, 2017.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. (org.) Manual técnico de manejo e conservação de solo e água. Campinas: CATI, 1994. 565 p.

MACEDO, J.R. et al. Uso e Conservação de Solos Arenosos sob Pastagens em São Gabriel do Oeste, MS - recomendações técnicas (Circular técnica nº 3). Rio de Janeiro.: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1998.

MACHADO, L.R. et al. Recuperação de voçorocas em áreas rurais. Embrapa Agrobiologia, 2006.

MACHADO, R.L. et al Soil and nutrient losses in erosion gullies at different degrees of restoration. Rev Bras Cienc Solo, v. 34, p. 945-954, 2010.

MACHADO, R.L. Perda de solos e nutrientes em voçorocas com diferentes níveis de controle e recuperação no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.



MARQUES, J.F.; PAZZIANOTTO, C.B. Custos econômicos da erosão do solo: estimativa pelo método do custo de reposição de nutrientes - Simulação do custo econômico da erosão do solo. Embrapa Meio Ambiente, 2004.

MARQUES, J.F.; PEREIRA, L.C. Valoração econômica dos efeitos da erosão: estudo de caso em bacias hidrográficas. Documentos, 40. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 21p.

MARQUES, J.Q.A. Política de Conservação do Solo. Ministério da Agricultura. 1949. 73p. (Boletim S.I.A., Serviço de Informação Agrícola, 734)

MARQUES, T.E.D. et al Crescimento de espécies nativas de cerrado e de Vetiveria zizanioides em processos de revegetação de voçorocas. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 843-856, 2014.

MARSHALL, T.J.; HOLMES, J.W.; ROSE, C.W. Soil Physics. 3 ed. New York: Cambridge University Press. 1999. 453 p.

MARTINS, A.L.S. et al Identificação e mapeamento de solos frágeis no município de Mineiros, GO. In: Castro, S.S.; Hernani, L.C. (Eds.) Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015.



Cap. 2. p. 51-72.

MEDEIROS, G.O.R.; GIAROLLA, A.; SAMPAIO, G.; MARINHO, M. A. Diagnosis of the accelerated soil erosion in São Paulo State (Brazil) by the soil lifetime index methodology. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. 2016;40:e0150498. doi:10.1590/18069657rbcS20150498

MINGOTI, R. Produção de sedimentos em microbacias hidrográficas em função do relevo e da cobertura florestal. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2009.

MORGAN, R.P.C. *Soil Erosion and Conservation*. 2 ed. Harlow: Longman, 1996,. 198 p.

NASCIMENTO, M.A.L.S. Erosões urbanas em Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 14,

OLIVEIRA, J.B. *Pedologia Aplicada*. 3 ed. Piracicaba.: FEALQ, 2008. 592 p.

OLIVEIRA, L.F.C. et al Adsorção e Deslocamento do Íon Cádmio em Solos do Cerrado. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.14, n.8, p.848–855, 2010a.



OLIVEIRA, L.F.C. et al Isotermas de Sorção de Metais Pesados em Solos do Cerrado de Goiás. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, p.776–782, 2010.2010b.

OLIVEIRA, M.A.T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. Cap. 2, p. 57-94.

OLIVEIRA, M.A.T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. Cap. 2, p. 57-94. p. 77-101, 1994.

PARAHYBA, R.B.V. et al. Hidropedologia. In.: SANTOS, J. C. P. (org.). Avaliação Detalhada do Potencial de Terras para Irrigação nas Áreas de Reassentamento de Colonos do Projeto Jusante - área 3, Glória, Ba. Embrapa Solos - UEP/NE, 2008. Cap. 3, p. 45-55.

PEDRON, F. A. et al A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine - RS. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, p.105-112, 2006.



PEREIRA, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. 2 ed. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 239p.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica. Documentos 43. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36p.

POESEN, J. et al. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, v.50, p.91-133, 2003.

PRADO, H. Pedologia Fácil – Aplicações na Agricultura. 2. ed. Piracicaba. 2008. 145 p.

Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes Sistemas de Manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.1135-1139, 2005.

RADOANE, M.; ICHIM, I.; RADOANE, N. Gully distribution and development in Moldavia, Romania. *Catena*, v. 24, p. 127-146, 1995.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro:



EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p

RIBEIRO, L.F.; HOLANDA, F.S.R.; ARAÚJO FILHO, R.N. Revegetação das margens do rio Paramopama utilizando técnica de bioengenharia de solos. Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 31-40, abr./jun., 2013.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em Região de Cerrados. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 43, n. 1, p. 135-153, 2005.

SALES, L. E. O. et al. Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. Ciência agrotec, v. 34, p. 667-674, 2010.

SALES, M.M.; CAMAPUM DE CARVALHO, J.; PALMEIRA, E.M. Controle de erosões. In: CAMAPUM DE CARVALHO, J. et al. (org.). Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro. Brasília: FINATEC, 2006. Cap. 13, p. 427-464.

SANTANA, N.M.P. et al. Chuvas, erosividade, erodibilidade, uso do solo e suas relações com focos erosivos lineares na alta bacia do Rio Araguaia. Sociedade & Natureza, v. 19, n.2, p. 103-121, dez. 2007.



SARCINELLI, O.; MARQUES, J.F.; ROMEIRO, A. R. Custos e benefícios da adoção de práticas e medidas para conservação do solo agrícola: um estudo de caso na microbacia hidrográfica do córrego Oriçadinha. *Informações Econômicas*, v. 39, n. 4, p. 5-16, 2009.

SELBY, M.J. Erosion of hillslope by raindrops and flowing water. In: SELBY, M.J. *Hillslope Materials and Processes*. 2 ed. New York: Oxford University Press, 1993. cap. 12, p. 219-248.

SILVA, A.C.; LIMA, J.M.; CURI, N. Relação entre voçorocas, usos da terra, solos e materiais de origem na região de Lavras (MG). *Rev Bras Cienc Solo*, Campinas, v. 17, n. 3, p. 459-464, 1993.

SILVA, A.M. Rainfall erosivity map for Brazil. *Catena* , v.57 (2004) , p.251 – -259, 2004.

SILVA, M.L.N. et al. Índices de erosividade das chuvas da região de Goiânia, GO. *Pesq. agropec. bras*, v.32, n. 10, p.977-985, out. 1997.

SOUZA, A.T.; CORRECHEL, V. Diagnóstico de processo erosivo em Neossolo Quartzarênico em Quirinópolis (GO). *Ateliê Geográfico, Goiânia-GO*, v. 9, n. 2, p.136-153, ago. 2015.



SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um Neossolo SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.7, p.18-23, 2003.

SPAROVEK, G.; HORNINK, S.; SCHNUG, E. A solution for worn out tires, gully erosions, forests and dengue fever in Brazil. Landbauforschung Völkenrode, v.51, n.3, p. 95-99, 2001.

SPAROVEK, G.; JONG VAN LIER, Q. Definition of tolerable soil erosion values. R. bras. Ci. Solo, Viçosa, v.21, p.467-471, 1997.

SUN, D. et al Soil erosion and water retention varies with plantation type and age. Forest Ecology and Management, v. 422, p.1-10, 2018.

TAVARES, S.R.L. Áreas Degradadas: Conceitos e Caracterização do Problema. In.: TAVARES, S. R. L. (org). Curso de Recuperação de Áreas Degradadas. A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação. Embrapa Solos, 2008. Cap. 1, p. 01-08.



TELLES, T.S. et al Valuation and assessment of soil erosion costs. *Sci. Agric.*, v.70, n.3, p.209-216, May/June 2013.

TELLES, T.S.; GUIMARÃES, M.F.; DECHEN, S.C.F. The costs of soil erosion. *R. Bras. Ci. Solo*, v.35, p.287-298, 2011.

TÔSTO, S.G.; CAMPOS, E.M.G.; NEVES, C. Estudo de avaliação econômica na recuperação de voçoroca em Lagoa Dourada, MG. *Embrapa Solos Rio de Janeiro*, p. 27, 2000.

TRUONG, P.N.V.; LOCH, B.R. Vetiver system for erosion and sediment control. In: INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANIZATION CONFERENCE, 13th, Brisbane, July, 2004. Paper 247.

VALE JÚNIOR, J.F. et al Erodibilidade e suscetibilidade à erosão dos solos de cerrado com plantio de *Acacia mangium* em Roraima. *Revista Agroambiente*, v. 3, p. 1- 8, 2009.

VALENTIN, C.; POESEN, J.; YONG, L. Gully erosion: impacts, factors and control. *Catena*. v. 63, p. 132-153, 2005.

WEILL, M.A.M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). Ii - interpretação da tolerância de perda de solo utilizando o método do índice de tempo de vida. *Rev Bras Cienc Solo*, v. 32, p.815-824,



2008.

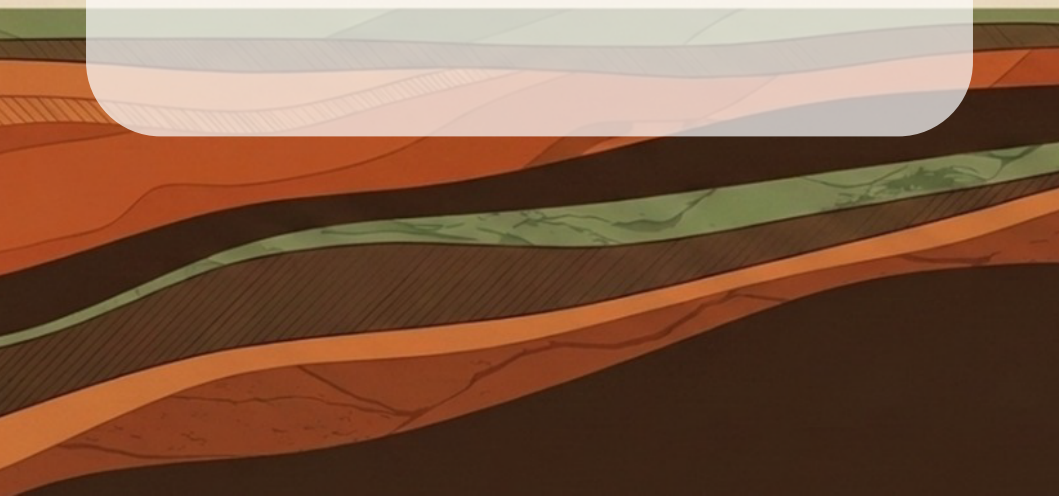
WHITE, R.E. Princípios e Práticas da Ciência do Solo – o solo como um recurso natural. 4 ed. São Paulo: Andrei, 2009. 417p.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. W. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, v.26, n.5, p.189-193, 1971.



# Capítulo 3

## **CARBONO NO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA**



# CARBONO NO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Janaina de Moura Oliveira

Priscila Silva Matos

**Resumo:** O combate às mudanças climáticas é um dos principais desafios do século XXI e, os solos terrestres são reconhecidos como o reservatório de carbono (C) de maior magnitude e que pode ser alterado por práticas agrícolas. Nesse sentido, práticas agrícolas que levem ao armazenamento e posterior estabilização do C são tidas como chave para reduzir e, até mesmo, reverter o processo de mudança climática em nível global. Os sistemas integrados de lavoura-pecuária (iLP) e lavoura-pecuária-floresta (iLPF) tem sido implementados com sucesso há mais de 20 anos no Brasil. Estes são considerados como alternativa para promover a intensificação do uso do solo no tempo e no espaço, aumentar a produção agropecuária sem abertura de novas áreas e, assim, reduzir o impacto



ambiental dos sistemas de produção agrícola, melhorar a circularidade na agricultura e como uma estratégia-chave de mitigação de gases de efeito estufa (GEE). O sequestro de C nos solos sob esses sistemas é resultado da combinação de tecnologias e práticas de baixa emissão de C utilizadas como: plantio direto, rotação e consórcio de culturas e com o cultivo de adubos verdes e plantas de cobertura, gramíneas forrageiras, além de uso de inoculantes para promover o crescimento das plantas. Tais tecnologias e práticas de baixa emissão de C podem melhorar a ciclagem de nutrientes, reduzir a dependência de insumos químicos e aumentar o rendimento das culturas. Entretanto, é necessário cautela, pois esses sistemas podem ser instalados em diversos locais, com diferentes arranjos e incluir os mais variados esquemas de rotação e manejo, fatores com grande influência no conteúdo de C e na taxa anual de sequestro do elemento.

**Palavras-Chave:** integração lavoura-pecuária. Integração lavoura-pecuária-floresta. Sequestro de carbono no solo. Agricultura inteligente para o clima.



**Abstract:** One of the 21st century's main challenge is combating climate change, and soils are recognized as the largest terrestrial carbon (C) reservoir, which agricultural practices can alter. In this sense, agricultural practices that lead C storage and then its stabilization are keys to reducing and even reversing the climate change process at global scale. Integrated farming systems like integrated crop-livestock and crop-livestock-forest have been successfully implemented in Brazil for over 20 years. These are considered as alternatives to promote soil use intensification in time and space, raise agricultural production without opening new crop areas and, therefore, reduce crop production environmental impacts, improve circularity in agriculture, and as a key strategy on greenhouse gas mitigation. Soil C sequestration under these systems combine technologies and low C emission practices such as no-till, crop rotation and consortium, green crop manure, cover crop, forage grass, and inoculation to promote plant growth. Such technologies and low-C emission practices can improve nutrient



cycling, reduce chemical inputs dependency, and improve crop yields. However, caution is necessary because these systems can be installed in diverse locations, with different arrangements, and include the most varied crop rotation and management, which are factors with high influence on C content and the element annual sequestration rate.

**Keywords:** Integrated crop-livestock. Integrated crop-livestock-forest. Soil Carbon Sequestration. Climate smart agriculture.

## INTRODUÇÃO

A especialização e a intensificação da agricultura, juntamente com a separação espacial dos componentes de produção agrícola, pecuária e florestal são forte empecilho à manutenção da diversidade ecológica e da qualidade do solo que são pilares da intensificação sustentável.

Os sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária (iLP) e integração lavoura-



pecuária-floresta (iLPF) são alternativas de sistemas de manejo agropecuário nos quais a produção é intensificada, verticalizada e, ao mesmo tempo, diversificada, o que resulta em melhorias no ambiente em que são inseridos.

Estes sistemas, iLP e iLPF, têm sido propostos para aumentar a eficiência do uso de recursos, além de promover adaptação ao aquecimento global e contribuir com mitigação de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) e equilíbrio climático regional. Assim, entender melhor os sistemas integrados e promover circularidade mais ajustada contribui para minimizar a pegada ambiental da agricultura.

## **ALTERNATIVAS PARA AUMENTAR A CIRCULARIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS**

O fenômeno da especialização dos sistemas produtivos ocorreu não somente na produção de culturas comerciais como também na criação de animais visto que, de acordo com Lemaire et al. (2014a), 70% dos mais de 100 milhões de ha de pastagens plantadas do Brasil pertencem



ao gênero *Urochloa* spp. No país, entre 60% a 70% das pastagens apresentam sinais de degradação (Dias-Filho, 2014; Ribeiro-Júnior; Ariano e Silva, 2017; Soares et al., 2020; LAPIG, 2012) e mais de 80% das áreas de pastagens degradadas localizam-se na região central (Balbino et al., 2012). Do mesmo modo, há várias áreas agrícolas com problemas relacionados à redução da produtividade ou aumento nos custos de produção, sejam eles devido aos problemas na qualidade química, física ou biológica do solo, ou atribuídos às mais variadas causas de manejo inadequado. O que resulta em rápida perda do carbono orgânico do solo (COS), levando a emissões GEE.

A menor emissão de GEE e o sequestro de C atmosférico estão entre os serviços ambientais que podem ser prestados pela atividade agropecuária (Urquiaga et al., 2010a; Loss et al., 2011; Salton et al., 2011). Por exemplo, o Projeto de Produção Sustentável em Áreas Anteriormente Convertidas para Uso Agrícola (ABC Cerrado) testou abordagens para extensão agrícola para promover e difundir a agricultura de baixa emissão de carbono e, ao mesmo



tempo, aumentar a lucratividade privada. De 2014 a 2019, o projeto proporcionou assistência técnica e capacitação a 20.025 beneficiários diretos (20% mulheres). Entre eles estão produtores e suas famílias, participantes de dias de campo e colaboradores que trabalham para a adoção de práticas de manejo sustentável da terra em 378.513 hectares. Estima-se que essas práticas contribuam para o sequestro de 7,4 milhões de toneladas de CO2 equivalente nos próximos 10 anos (Bank et al., 2021).

Tais serviços ambientais representam a chamada eficiência ambiental que é um dos três pilares da agropecuária moderna ou “climate-smart-agriculture”, sendo os outros dois a eficiência econômica e a produtiva. As duas últimas poderão ser atingidas pela redução de custos, em função do menor uso de insumos, e diversificação das atividades agrícola e pecuária. Neste sentido, torna-se interessante o conceito de verticalização da produção agropecuária. A qual passou pelo processo de horizontalização, em que a abertura de novas áreas viria a trazer incrementos na produção, entretanto, atualmente busca-se a verticalização,



que prima por atingir os objetivos da *climate-smart-agriculture*, de ampliação da produção com reduzidos impactos ao ambiente.

Os sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária (iLP) e integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) são alternativas de sistemas de manejo agropecuário nos quais a produção é intensificada e, ao mesmo tempo, diversificada, o que resulta em melhorias no ambiente em que são inseridos. Lemaire et al. (2014a) ressaltam que os sistemas integrados de produção permitiriam a captura de interações ecológicas entre os diferentes componentes do sistema, oportunizando ecossistemas agrícolas mais eficientes na ciclagem de nutrientes, capazes de preservar recursos naturais e do meio ambiente, melhorando a qualidade do solo e aumentando a biodiversidade. Os Sistemas iLP e iLPF foram incluídos nos planos nacionais de desenvolvimento agrícola e de agricultura de baixa emissão de carbono (Brasil, 2010; MAPA, 2012, 2016, 2021) como estratégias para reduzir as emissões diretas e as emissões do desmatamento,



umentando a produtividade da área e diversificando a produção (Franzuebbers et al., 2007; Herrero et al., 2010; Lemaire et al., 2014b; Reis et al., 2016).

O conceito de circularidade tem origem na ecologia industrial (Jurgilevich et al., 2016), que visa reduzir o consumo de recursos e as emissões para o ambiente, fechando o ciclo de materiais e substâncias. Sob esse paradigma, perdas de materiais e substâncias devem ser evitadas e, de outra forma, recuperados para reutilização, remanufatura e reciclagem. De acordo com esses princípios, avançar para um sistema alimentar circular implica buscar práticas e tecnologias que minimizam a entrada de recursos finitos, incentivam o uso de regenerativos, evitam o vazamento de recursos naturais (por exemplo, carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), água) do sistema alimentar e estimular a reutilização e reciclagem de perdas inevitáveis de recursos de uma forma que adiciona o mais alto possível valor para o sistema alimentar (Jurgilevich et al., 2016).

O principal objetivo na reciclagem de subprodutos deve ser garantir a qualidade de nossos solos, pois eles são



a base da agricultura. Perante a finitude dos recursos e a necessidade de reduzir as emissões nocivas para o ambiente, a circularidade na utilização de nutrientes é uma condição e não uma opção ao nível do sistema alimentar. Dentre os benefícios da iLP ressalta-se que essa pode propiciar a melhoria do aproveitamento de água e, por consequência, nutrientes, resultando em estabilidade da produção de culturas anuais (Loss et al., 2011, menor lixiviação de nutrientes (Oliveira et al., 2011), níveis mais elevados de COT e qualidade biológica do ambiente solo (Muniz et al., 2011), maiores teores de COT e N nos agregados e melhores propriedades físicas (Loss et al., 2011). Entretanto, Santos et al. (2011) observaram que, mesmo após quatro anos na fase de pastejo, o sistema de iLP provocou impactos negativos na qualidade física do solo e que a pastagem contínua, ainda que degradada, apresentou melhor qualidade.

De acordo com Cardoso et al. (2016) a área de pastagem degradada necessária para produção de 1 kg de carcaça (peso de animal morto) é de aproximadamente 320 m<sup>2</sup>, o que é reduzido para 71 m<sup>2</sup> em pastagem manejada,



como consórcio de gramínea e leguminosa. Devido à melhoria na capacidade de suporte das pastagens na fase subsequente à lavoura em sistemas integrados, a produção animal é elevada em até seis vezes (Macedo; Kichel e Zimmer, 2000), o que pode resultar em redução na pressão pela abertura de novas áreas para criação de animais (Vilela et al., 2011). Disto resulta a eficiência produtiva, com menor emissão de GEE por quilograma de carne produzido ou por unidade de área. Assim, o solo, principal recurso natural empregado na pecuária, será utilizado com maior eficiência, indicando maior sustentabilidade do sistema (Bungenstab et al., 2020), nesse sentido, na iLP ocorre melhor utilização dos recursos naturais pela complementaridade e sinergia entre os componentes vegetais e animais.

Os sistemas iLPF representam um dos mais amplos conceitos de sistemas integrados, apresentando diversas possibilidades de arranjo dos componentes do sistema no tempo e no espaço (Balbino et al., 2012). O modelo, com possibilidade maior de diversificação, além dos benefícios da iLP, permite aumento e estabilização da



renda obtida na propriedade (Paciullo et al., 2011; Costa et al., 2018); propicia melhor aproveitamento de insumos, podendo ser implantado em propriedades de dimensões variadas (Balbino; Cordeiro e Martínez, 2011; Balbino et al., 2011). Pela presença do componente arbóreo, o sistema iLPF influencia positivamente o desempenho animal, por proporcionar melhores condições microclimáticas para o pastejo do gado (Karvatte et al., 2016; Souza et al., 2019), como o conforto térmico (Balbino et al., 2012) contribuindo para reduzir a amplitude térmica e aumentar a umidade relativa do ar. Assim, o ciclo de criação dos animais também pode terminar mais cedo, reduzindo a emissão de GEE por quilograma de carne produzido. Além disso, as árvores dispostas em linha na iLPF também favorecem a melhor distribuição dos excrementos dos animais no solo (Araújo et al., 2017).

O sistema iLPF apresenta como efeitos positivos a melhoria da resistência das culturas à ocorrência de veranicos; a redução da incidência de plantas infestantes, pragas e doenças pela quebra de ciclos de recriação. Com



relação ao solo, a iLPF pode promover a melhoria nas suas características físicas, químicas e biológicas e, também, aumento da matéria orgânica do solo, com possível sequestro de C e mitigação dos GEE (Balbino et al., 2012; Vilela; Martha Junior e Marchão, 2012; Pardon et al., 2017; Dollinger e José, 2018). O trabalho de Baldotto e Baldotto (2018), por exemplo, mostrou que tanto os estoques de C como a bioatividade de substâncias húmicas eram maiores em sistema iLPF do que em pastagem (*Brachiaria decumbens*) na camada superficial do solo (até 20 cm) de um Latossolo Ferralsol, demonstrando a importância da componente florestal para os sistemas integrados. Nesse cenário, simulações indicam que utilizar a iLPF como estratégia de manejo, aproveitando ao máximo as interações sinérgicas entre os componentes do sistema, pode reduzir as perdas de C em 25% até 2050 (Sá et al., 2017). Ainda, Damian et al. (2021) avaliaram mudanças nos estoques de C em diferentes cenários de pastejo (pastagem mal manejada, pastagem fertilizada e iLPF) e concluíram que pastagem fertilizada e iLPF resultaram nos maiores estoques de C no



solo.

A iLPF, além de poder proporcionar a redução de desmatamentos para abertura de novas áreas de produção agropecuária em função da recuperação de áreas degradadas, também pode contribuir à elevação da oferta de bioenergia sem promover desmatamentos em área de vegetação nativa (Vilella et al., 2011). A necessidade energética suprida pela madeira de origem das iLPFs representa uma fonte de energia “verde” para abastecimento industrial, além de reduzir a pressão sobre as matas nativas.

## **DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO NOS SISTEMAS INTEGRADOS**

O solo é um recurso natural indispensável para a produção agropecuária, devendo ser manejado de acordo com as boas práticas de manejo sustentável para que possa cumprir sua função. É o habitat de uma complexa biodiversidade e o armazém natural de C e água, fundamentais para o equilíbrio e adaptabilidade de



ecossistemas terrestres à eventos climáticos extremos. Frequentemente, o C é referido como a matéria orgânica do solo (MOS), normalmente indicada como 5% (Figura 1), porém, essa varia entre 1 e 10% da matriz sólida nos horizontes superficiais de solos minerais. Em laboratório, a MOS é medida por meio da quantificação do C, tendo em vista que essa possui 58% desse elemento na composição da sua massa (Resende et al., 2007).

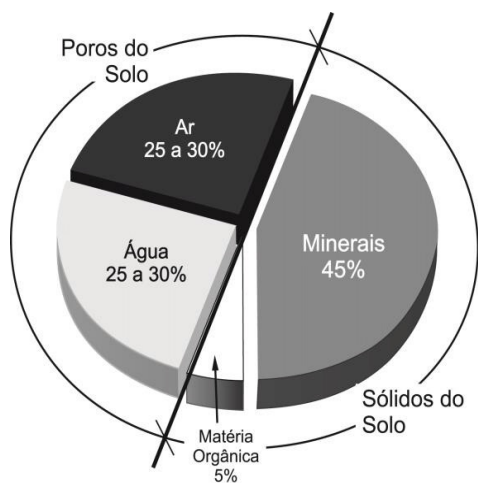


Figura 1. Composição típica de horizontes superficiais (até 10 cm) de um solo mineral, matriz sólida e espaço poroso.

Adaptado de Brady (1989).



Apesar da sua relativamente pequena quantidade comparada à matriz mineral, a MOS exerce papel importante em todas as funções do solo. Por exemplo, em regiões tropicais geralmente essa responde por boa parte da capacidade de troca catiônica total do solo (Novais e Mello, 2007); nas camadas superficiais dos solos minerais a MOS contribui com 20 a 90% das cargas dependentes de pH (Silva e Mendonça, 2007) especialmente em solos altamente intemperizados, como os Latossolos.

Os principais componentes da MOS são o carbono (C) e o nitrogênio (N), seus estoques no solo variam de acordo com o aporte de C à esse e suas perdas, além das condições ambientais do local (Souza et al., 2009) e da composição química do material (Ryals et al., 2014). Os fluxos de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, induzidos pelo preparo ou não do solo e, portanto, as perdas de C armazenado, de acordo com Chavez et al. (2009), podem ser devidos à: duração do experimento, estação do ano, umidade, temperatura e tipo de solo, mecanismo de estabilização e armazenamento de C no solo.



Grande parte do C entra no solo por meio da fotossíntese, que resulta em produção de matéria vegetal a qual é processada pela biota edáfica e, finalmente, adquire características que a tornam estável, seja pela interação com colóides minerais ou pela formação de moléculas orgânicas recalcitrantes (Urquiaga et al., 2010a). O estoque de MOS é função do ambiente; do manejo, que deve preconizar sistemas de alta produção (Nunes et al., 2011); da composição química do material de origem (Ryals et al., 2014), o qual deve ser bastante diversificado; do balanço positivo de N (Lovato et al., 2004; Sisti et al., 2004; Urquiaga et al., 2010a; Urquiaga et al., 2010b) e outros nutrientes (Kirkby et al., 2013; Richardson et al., 2014) no sistema, estando estes últimos entre os principais mecanismos de sequestrar C no solo.

Estudos recentes sugerem que o acúmulo de C no solo, persistência e resposta à disponibilidade de N podem ser melhor descritos se a MOS for amplamente dividida em matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica associada a minerais (MOAM) (Cotrufo et al., 2015; Averill



e Waring, 2018). A MOP é predominantemente composta de partículas de resíduos vegetais fragmentados, de 0,053 mm a 2 mm de tamanho, e relativamente não decompostos, é sensível e responde rapidamente à ao manejo do solo em diferentes condições e tem uma renovação mais rápida do que MOAM (Poeplau et al., 2018; Lavallee; Soong e Contrufo, 2020; Yuan et al., 2021). Em comparação, a MOAM consiste em moléculas únicas ou pequenos pedaços de material orgânico lixiviado diretamente das plantas ou transformado quimicamente pela biota do solo (Cotrufo et al., 2019). Suas propriedades físicas e químicas altamente contrastantes e tempos médios de residência no solo determinam suas diferentes respostas às pressões globais, como mudança no uso da terra, aquecimento e enriquecimento de CO<sub>2</sub> atmosférico (Xiao; Huang e Lu, 2015).

Os sistemas de manejo que afetam o acúmulo de MOS também afetam o teor de MOP no solo. Assim, alto teor de MOP no solo indica armazenamento de carbono e outros nutrientes em um reservatório intermediário, pouco protegido de perdas e disponível quando necessário



(Fronning; Thelen e Min, 2008; Usda, 2011; Bhattacharyya et al., 2012) mas que pode ser acumulado indefinidamente (Cotrufo et al., 2019). Sistemas de uso do solo, como plantio direto (PD) e iLP, que usam rotação de culturas juntamente com culturas de cobertura e pastagens, podem aumentar os níveis de MOP (Komatsuzaki e Ohta, 2007; Zilverberg, 2012).

Ao avaliar o impacto de diferentes manejos nos teores e na dinâmica do C do solo, Salton et al. (2011) encontraram os menores estoques e taxas de acúmulo nos sistemas com lavouras e valores intermediários iLP, já as pastagens permanentes apresentaram os maiores estoques de carbono na matéria orgânica particulada, o que está associado ao maior aporte de material vegetal. Os autores ressaltam que caso o solo não disponha de matéria orgânica lábil em quantidade suficiente para garantir o fluxo de C para o solo e a manutenção da atividade biológica, os processos de oxidação da MOS resultarão em redução do estoque de C, o que dá início ao processo de perda de qualidade e degradação do solo. Por outro lado, Muniz et al. (2011)



apontam que o solo no sistema de iLP possui níveis mais elevados de carbono orgânico que em pastagem degradada, entretanto, tem menores níveis de carbono orgânico que a vegetação nativa. Souza et al. (2009) relataram que somente no sexto ano os estoques totais de C e N foram influenciados pela intensidade de pastejo.

De modo geral, a abordagem do tema acumulação de C no solo é feito como se o acréscimo de carbono fosse crescente e constante. Porém, de acordo com Bayer et al. (2011), existe um limite de acumulação de C no solo causado pela saturação deste. Os autores, contudo, salientam que isto pode não indicar que o solo como um todo não seja mais capaz de acumular C em seu perfil, podendo as camadas subsuperficiais acumular C posteriormente à saturação das camadas superficiais. Para Nordborg e Rööös (2016), imediatamente após mudar o manejo de um solo para sistemas conservacionistas, a taxa de acumulação de C é alta e decresce na medida em que o estoque de C torna-se saturado e um novo equilíbrio é atingido. Nesse sentido é importante destacar que as formas de C derivadas da



atividade microbiana são mais persistentes e estáveis por serem fisicamente protegidas em ligações organo-minerais, todavia, pelas limitações de pontos de carga do solo, podem chegar à saturação. Por outro lado, a MOP (C derivado de plantas) é menos protegida, mas pode acumular-se indefinidamente (Chen et al., 2021).

## **PRÁTICAS DE MANEJO ADOTADAS EM SISTEMAS INTEGRADOS QUE FAVORECEM A ACUMULAÇÃO DE CARBONO NO SOLO**

Dentre os sistemas circulares adotados no Brasil seja de iLP, ou iLPF, uma combinação de tecnologias e práticas de baixa emissão de carbono pode ser utilizados como: plantio direto, rotação de culturas e consórcio de principais culturas (como soja, milho e arroz) com a aplicação de adubação verde e plantas de cobertura, gramíneas forrageiras, além de co-inoculação biológica para promover o crescimento das plantas. Tecnologias e práticas de baixo carbono podem melhorar a ciclagem de



nutrientes, reduzir a dependência de insumos químicos e aumentar o rendimento das culturas.

As duas principais práticas agrícolas que impactam os estoques de C no solo e as emissões de CO<sub>2</sub> nos sistemas integrados são o preparo do solo e o sistema de manejo (Urquiaga et al., 2006b; Bayer et al., 2011). Quanto ao preparo, o não-revolvimento do solo preconizado pelo sistema PD e pelo cultivo mínimo aumenta a estabilidade de agregados e isto pode ampliar o nível de estabilização do C em relação ao sistema do plantio convencional (PC) (Lu et al., 2016). Quando da manutenção de resíduos sobre a superfície do solo, a temperatura desse é reduzida (He et al., 2011). Num solo com temperaturas menores, mesmo em regiões tropicais, ocorre a redução da atividade de microrganismos e isso leva à redução da decomposição da MOS. A redução da temperatura do solo também está relacionada ao crescimento de raízes, sendo estas muito importantes para o sequestro de C (Sisti et al., 2004; Baker et al., 2007; Urquiaga et al., 2010a), especialmente em camadas mais profundas, em que ficará mais protegido da



ação de microrganismos.

Entretanto, os mecanismos que controlam a dinâmica e o sequestro de C e N nos solos em resposta ao PD em comparação ao PC, não são bem compreendidos (Urquiaga et al., 2010a; Mangalassery et al., 2015; Ogle et al., 2019; Li et al., 2020), isto ocorre por que a maioria dos estudos sobre os ganhos de COS no PD, são baseados apenas em amostragens nas camadas superficiais (0-30 cm) e também porque os efeitos do PD sobre as mudanças no C do solo varia de acordo com o clima e tipo de solo. Tais ganhos podem desaparecer se a amostragem incluir as camadas mais profundas (Baker et al., 2007) ou se a correção pela densidade do solo for aplicada (Sisti et al., 2004; Urquiaga et al., 2010a). A explicação para tal fato decorre de que em solos sob PD o COS está concentrado próximo à superfície (Bayer et al., 2004), enquanto em solos sob PC esse é distribuído em profundidade no perfil (Bayer et al., 2007; Urquiaga et al., 2010b). Porém, é importante ressaltar que, havendo impedimento físico (como por exemplo, o chamado pé-de-grade), o PC também poderá apresentar crescimento



radicular concentrado na superfície e, portanto, redução da distribuição do C realizada pelas raízes.

De acordo com Urquiaga et al. (2010b), as emissões de GEEs em condições temperadas são maiores em PD que em PC, sendo este efeito associado à maior preservação da umidade do solo e disponibilidade de substratos orgânicos decomponíveis, condições básicas para a intensa atividade microbiana, que favorece a nitrificação (produção de nitratos) e a própria denitrificação (emissão de N<sub>2</sub>O). Entretanto, de acordo com o mesmo autor, diferentemente do que ocorre em regiões temperadas, nos solos tropicais altamente intemperizados, com a fração argila rica em sesquióxidos e caulinita, de muito baixa retenção de umidade e/ou de boa drenagem, não ocorrem as condições de baixo potencial redox para a produção de N<sub>2</sub>O e, portanto, não ocorrem elevadas emissões de GEEs em PD. Shakoore et al. (2021) mostraram, por meio de meta-análise com dados globais, que em diferentes zonas climáticas, a prática de manejo de PD em comparação com PC aumentou significativamente as emissões de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> em 7,1%, 11,9% e 20,8%. No



entanto, esses incrementos nas emissões de GEEs podem ser reduzidos sob as práticas de PD de longo prazo. Por outro lado, o PD reduziu o potencial de aquecimento global geral das emissões de GEE em 7,5% em comparação com o PC. Clima, irrigação, tempo de adoção do PD, permanência dos resíduos e rotação de culturas adotada afetam a resposta, em termos de produtividade, após a conversão de PC para PD, porém, ainda que o PD tenha sido amplamente adotado globalmente, e seja apontado como prática que favorece a acumulação de C no solo, muitas incertezas ainda existem (Sun et al., 2020; Shakoor et al., 202).

Outras práticas indispensáveis a melhoria da produção e acúmulo de carbono no sistema são a fertilização e a calagem. Seja pelo favorecimento do crescimento do componente vegetal, aumentando o aporte e a qualidade da fitomassa radicular e de parte aérea, seja por melhorias ao solo. O cálcio (Ca), proveniente da calagem, atua na formação de complexos entre a argila e a matéria orgânica através de ponte catiônica, essa influência na complexação organo-mineral o torna importante para a estabilização da MOS e



de agregados, principalmente ao nível de microagregados (Briedis, 2010)2010. O autor salienta, ainda, que o processo de formação das pontes de Ca é o fator preponderante do efeito positivo de longo prazo na estabilidade da estrutura do solo. A calagem apresenta efeito nos compartimentos da MOS carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico total (COT), sendo este efeito maior no COP, que é mais lábil e com meia vida mais curta, sendo sensível à quantidade, à qualidade e à frequência da adição dos resíduos culturais ao solo (Briedis, 2010).

O aporte equilibrado de nutrientes deve sempre ser priorizado, contudo, para maior acumulação de C no solo, especial atenção deve ser dada ao N. Para haver acumulação de MOS deve haver não somente aporte de C via resíduos de culturas, como também aporte líquido de N (Sisti et al., 2004; Urquiaga et al., 2006a; Urquiaga et al., 2010b; Schilesinger e Amundson, 2019). Para Bayer et al. (2011) como nos solos tropicais e subtropicais a adubação nitrogenada não é suficiente para atender a demanda das culturas de grãos, ocorre uma competição indesejada entre



os micro-organismos e as plantas cultivadas pelo N aplicado.

O balanço positivo de N é essencial para que ocorra o sequestro de C em solos agrícolas tropicais e subtropicais (Lovato et al., 2004; Urquiaga et al., 2010a; Urquiaga et al., 2010b). No manejo do solo em sistema iLP/iLPF, quando é feita a opção pela inclusão de leguminosas (além da soja) na sucessão de cultivos, é aportado ao sistema uma quantidade de resíduos maior e com melhor qualidade (Costa et al., 2008) do que nos sistemas puros de cultivo isto porque ocorre um equilíbrio na relação C/N do material adicionado devido aos diferentes resíduos aportados ao sistema. A necessidade de inclusão de leguminosas como adubos verdes no esquema de rotação advém do fato de a soja apresentar baixa relação C/N, o que favorece sua rápida decomposição em condições tropicais e, mesmo apresentando uma ótima eficiência na fixação biológica do N<sub>2</sub> (FBN), em virtude da elevada exportação nos grãos, a cultura apresenta balanço de N nulo ou mesmo negativo (Urquiaga et al., 2006a; Bayer et al., 2011).

Há que se ter cautela, no entanto, quando se trata



da soja no esquema de rotação. Sisti et al. (2004) salientam que, em esquemas de rotação de culturas em que somente essa leguminosa participe, o balanço de N no sistema pode ser até negativo, prejudicando a acumulação de C, pois essa, mesmo sendo muito eficiente quanto à FBN, exporta praticamente todo o N fixado. Em vários estudos, quando uma leguminosa foi incluída no sistema de rotação como adubo verde, a acumulação de C foi maior (Sisti et al., 2004; Urquiaga et al., 2010a; Urquiaga et al., 2010b; Bayer et al., 2011; Silva et al., 2011). De acordo com Ramachandran Nair, Mohan Kumar e Nair (2009) a FBN em sistemas silvipastoris contribui significativamente para os níveis de N do solo e produtividade da pastagem. Os sistemas silvipastoris podem ter efeito importante na produtividade dos sistemas pecuários, especialmente nos sistemas extensivos, em que os fertilizantes raramente são adicionados e o N é, muitas vezes, fator limitante na produção (Parra et al., 2019).

Num sistema manejado corretamente, a magnitude de C adicionada tende a ser maior e, quando há leguminosas no esquema de rotação, especialmente como adubo



verde (Pegoraro et al., 2014), a magnitude do N também ocorrerá. Havendo N em quantidade suficiente para atender à demanda dos microrganismos decompositores ocorrerá a degradação da MOS e a posterior estabilização do C, ficando este armazenado no solo, seja pela estabilização química (via ligações químicas e físico-químicas estáveis e complexação de grupos funcionais) (Briedis, 2010); física (via agregados estáveis do solo) (Madari et al., 2005; Vezzani e Mielniczuk 2011); ou bioquímica (via síntese de substâncias mais recalcitrantes pelos microrganismos do solo durante o processo de degradação da MOS) resistência estrutural ao ataque enzimático (Silva e Mendonça, 2007). Normalmente a estabilização se dá pela combinação dos três processos.

É importante ressaltar que as fontes minerais podem apresentar menor contribuição ao sequestro de C no solo. De acordo com Souza et al. (2009), o N adicionado via FBN promove maior fixação de C que o N adicionado via fertilizante mineral, por isso a inclusão de fabáceas com tal capacidade no sistema de rotação de culturas deve ser



preferido. A adubação nitrogenada via fontes minerais de N pode estimular a decomposição da MOS nativa quando o N é fator limitante à atividade microbiana (efeito “primming”) (Bayer et al., 2011). Os autores ressaltam que pela rápida disponibilidade do N mineral aplicado, ocorre estímulo à decomposição da MOS nativa pelo suprimento da necessidade dos microrganismos do solo. Este efeito ocorre principalmente nos sistemas em que há balanço negativo de N no solo.

Contudo, Huang et al. (2020) afirmam que a adição de N mineral estimula o armazenamento de C no solo por duas razões seja pelo incremento no aporte de resíduos ou pela redução da decomposição de C antigo. Os autores, no entanto, relatam que cessa o novo armazenamento de C como função do incremento na dose de N do mesmo modo como a planta para de responder a essa adubação. Pelo elevado custo energético em sua produção, associado às emissões de N<sub>2</sub>O quando da adubação mineral (Urquiaga et al., 2010a), o suprimento de N ao sistema via utilização de leguminosas de cobertura torna-se importante também do ponto de vista



ambiental (Bayer et al., 2011). Fontes orgânicas também podem representar uma boa alternativa à adubação do solo, assim, Ryals et al. (2014) avaliaram mudanças na quantidade de C e N na composição da MOS após uma única aplicação de composto orgânico em pastagem, e concluíram que, em períodos de tempo relativamente curtos, esta mudança no manejo resultou em aumento do armazenamento de C e N do solo em formas lábeis e protegidas fisicamente, podendo, assim, contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

## **DE QUE FORMA OS DIFERENTES COMPONENTES DOS SISTEMAS INTEGRADOS CONTRIBUEM AO SEQUESTRO DE C NO SOLO?**

Nos sistemas integrados, por sua complexidade, há interações benéficas entre os diferentes componentes do sistema (Tsukamoto Filho et al., 2004) que conferem aporte diferenciado de resíduos (Bayer et al., 2011), sendo estes últimos em quantidade e qualidade distinta daquela observada nos monocultivos ou cultivos rotacionados em



que não haja gramíneas e, ou o componente animal incluso no sistema.

Nos sistemas de iLP, a fase de lavoura promove melhorias na fertilidade do solo, que pode garantir maior capacidade de suporte das pastagens na fase subsequente (Vilela et al., 2011). O autor ressalta também que ocorre reciclagem mais eficiente de P no sistema; acréscimos na taxa de mineralização da MOS, acumulada durante o período da pastagem; ou bloqueio dos sítios de adsorção de fósforo pelo maior acúmulo de matéria orgânica, o que reduz a fixação desse elemento. Esses resultados são indicativos da melhor eficiência de uso de fósforo pelas plantas, em sistemas de rotação cultura anual-pastagem do que em culturas anuais. Maiores concentrações de íons na solução do solo ocorrem na pastagem contínua, seguida pela iLP, lavoura contínua em PD e lavoura contínua em PC (Oliveira et al., 2011). Os autores observaram ainda que na iLP e na pastagem contínua à profundidade de 150 cm as concentrações dos íons na solução do solo são mais baixas, remetendo à menores riscos de lixiviação de nutrientes



nestes sistemas.

O componente animal é importante por atuar na ciclagem de C e N, que é favorecida pela deposição de fezes e urina sobre o solo. A contribuição para o aporte de C ao solo tem origem na composição deste material, que é proveniente da celulose e de materiais lignificados da parte aérea vegetal, cuja decomposição é iniciada pela digestão dos ruminantes (Bayer et al., 2011).

O pastejo estimula o crescimento radicular da pastagem e, com isso, o aporte de matéria orgânica em profundidade será influenciado (Souza et al., 2009; Bayer et al., 2011). O incremento do sistema radicular promove aumento na deposição de exudatos na rizosfera, isso favorece o desenvolvimento da biomassa microbiana do solo nessa região, tal biomassa produz agentes ligantes que atuam na agregação do solo, principalmente macroagregados (Briedis, 2010; Vezzani e Mielniczuk, 2011). As raízes, pelos radiculares e micorrizas associadas às raízes, atuam fisicamente como ligantes que auxiliam na agregação, posteriormente, com sua morte os tecidos crescidos no



interior dos agregados serão fonte de C protegido fisicamente, constituindo-se numa forma de proteção e estabilização do C no solo (Vezzani e Mielniczuk, 2011).

De acordo com Bolinder et al. (1999) citado por Bayer et al. (2011), em torno de 21% do C adicionado ao solo é proveniente do sistema radicular, ao passo que a contribuição da parte aérea é de aproximadamente 12%. Assim além de o sistema radicular apresentar maior contribuição, também representa uma fonte de material orgânico que é depositada ao longo do perfil do solo, representando, assim, uma acumulação mais eficiente de C à maiores profundidades. Em cultivos consorciados, principalmente quando da introdução de gramíneas na área, há maior estoque de C acumulado do que em sistemas contínuos ou em monocultivos de soja, mesmo em PD (Santos et al., 2011).

As gramíneas possuem sistema radicular mais abundante e mais profundo, ponderando-se a contribuição diferenciada entre parte aérea/raízes, confirma-se a maior deposição de C, isso associado à menor atividade de



microrganismos em profundidade, eleva a possibilidade de proteção deste C adicionado contra a atividade dos organismos decompositores e, assim, fixação do C no solo. O crescimento e a posterior decomposição das raízes atuam positivamente na formação e na estabilização de agregados de solo abaixo da camada arável, o que favorece a proteção física do C no solo (Bayer et al., 2011).

O componente de arbóreo nos sistemas iLPF pode influenciar o acúmulo de C no solo pelo arranjo e densidade das árvores (Kunhamu; Kumar e Samuel, 2011). A estratificação horizontal da área, em que as fileiras de árvores são alternadas com faixas de pastagem ou fileiras de cultivos anuais nas vielas, podem ser combinadas com eficiência o uso de máquinas para cultivo de grãos. Efeitos indiretos do componente árvore podem se manifestar por meio de sua influência nos cultivos “alley crops” (Mendes et al., 2013; Franchini et al., 2014) ou pastagens (Paciullo et al., 2011). Este efeito de zoneamento pode alterar a distribuição espacial do C orgânico do solo (SOC). Além disso, as árvores afetam a distribuição vertical das frações



do SOC (Heile; Nair, Ramachandran Nir, 2010).

Em condições de sombreamento moderado, aumentos no teor de nitrogênio na folha podem repercutir em melhorias do teor proteico da forragem (Paciullo et al., 2011). E, partindo do pressuposto de que para o sequestro de C no solo, deve haver um balanço positivo de N, pode-se concluir que o sequestro de C poderá ser favorecido pelo sombreamento moderado que ocorre em iLPF. Avaliando o efeito de renques de árvores em iLPF nas características produtivas e nutricionais de *Urochloa decumbens*, Paciullo et al. (2011) concluíram que a maioria das características do pasto sofre influência conforme o seu distanciamento ao renque de árvores, sendo a região localizada entre 7 e 10 m de distância do renque arborizado, aquela em que ocorre o melhor aproveitamento dos efeitos benéficos da sombra moderada.

Os sistemas integrados têm sido implantados há 20 anos no Brasil e nos sistemas iLP e iLPF, por causa do pastejo, o aporte de C ao solo pelos resíduos vegetais, tanto de superfície como abaixo do solo, ocorre de maneira



distinta daquela observada nos demais sistemas agrícolas, em que não há o componente animal (Souza et al., 2009; Bayer et al., 2011). No Brasil a iLP e a iLPF têm sido apontadas como sistemas promissores para conservação do solo e mitigação do efeito estufa (Andrade; Freitas e Landers, 2010; Urquiaga et al., 2010a; Silva et al., 2011; Sá et al., 2017; Oliveira et al., 2018). Entretanto, é necessário cautela, pois esses sistemas podem ser instalados em diversos locais, com diferentes arranjos e incluir os mais variados esquemas de rotação e manejo, fatores com grande influência no conteúdo de C e na taxa anual de sequestro desse elemento. Assim, tais sistemas devem ser mais bem estudados quanto aos benefícios no sequestro de C.

## **CONCLUSÕES**

A especialização na agricultura proporcionou algumas vantagens, como a redução dos custos de produção e a gestão mais eficiente. No entanto, simultaneamente, resultou em problemas ambientais significativos, incluindo



poluição do solo, da água e do ar. As principais fontes de emissão de gases de efeito estufa na atividade agropecuária incluem a mudança do uso do solo por meio do desmatamento; o manejo do solo; a fermentação entérica, uma fonte relevante de emissões de metano; e a queima de resíduos agrícolas.

Para mitigar esses efeitos e promover a descarbonização na agricultura, é necessário aumentar a produtividade, reduzir o desmatamento e as emissões de metano. A diversificação dos sistemas agropecuários surge como uma alternativa para mitigar esses efeitos por meio da intensificação sustentável. Isso implica na substituição ou redução dos insumos externos, como agroquímicos, por processos ecológicos que apoiam a produção, visando sustentar a produção agrícola e minimizar impactos ambientais diversos.

Em sistemas de produção integrados, como iLP (Integração Lavoura-Pecuária) e iLPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), uma combinação de tecnologias e práticas de baixa emissão de carbono pode ser utilizada.



Esses sistemas incluem plantio direto, rotação de culturas, consórcio de principais culturas (como soja, milho e arroz) com a aplicação de adubação verde e plantas de cobertura, além de gramíneas forrageiras e co-inoculação biológica para promover o crescimento das plantas. Tecnologias e práticas de baixa emissão de carbono têm o potencial de aprimorar a ciclagem de nutrientes, reduzir a dependência de insumos químicos e aumentar o rendimento das culturas. Sendo assim, os sistemas integrados de produção apresentam potencial significativo na transição para uma economia de baixo carbono, contribuindo para alcançar metas como a neutralidade de carbono (Net zero).

## **Referências**

ANDRADE, A.G.; FREITAS, P.L.; LANDERS, J. Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais. In: PRADO, R.B.; TURETTA, A.P.D.; ANDRADE, A.G. (Ed.). Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. cap. 1. p. 25-40.



ARAÚJO, R.A. et al. Grazing behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 39, n. 1, p. 83-90, 2017. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.33085>.

AVERILL, C.; WARING, B. Nitrogen limitation of decomposition and decay: How can it occur? *Global Change Biology*, v. 24, n. 4, p. 1417-1427, 2018. <https://doi.org/10.1111/gcb.13980>.

BAKER, J.M. et al. Tillage and soil carbon sequestration: What do we really know? *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 118, n. 1-4, p. 1-5, 2007.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; MARTÍNEZ, G.B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, n. 6, p. 1163-1175, 2011.

BALBINO, L.C. et al. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). *Informações Agronômicas*, v. 2, n. 138, p. 1-18, 2012.

BALBINO, L.C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-



floresta no Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. i-xii, 2011.

BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Relationships between soil quality indicators, redox properties, and bioactivity of humic substances of soils under integrated farming, livestock, and forestry. *Revista Ceres*, v. 65, n. 4, p. 373-380, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865040010>.

BANK, W. Climate-smart-agriculture. 2021. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture>>. Acesso em: 15 Jan. 2022.

BAYER, C. et al. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Ed.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. cap. 7. p. 55-117.

BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 39, n. 7, p. 677-683, 2004.

BHATTACHARYYA, R. et al. Conservation Tillage



Impacts on Soil Aggregation and Carbon Pools in a Sandy Clay Loam Soil of the Indian Himalayas. *Soil & Water Management & Conservation*, v. 76, n. 2, p. 617-627, 2012. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0320>.

BRADY, N.C. *Natureza e propriedade dos solos*. 9 ed. Rio de Janeiro: F Bastos, 1989. 878 p.

BRASIL. Decreto No 7.390, de 09 de Dezembro de 2010. *Política Nacional sobre Mudança do Clima*, 2010.

BRIEDIS, C. *Compartimentos da matéria orgânica do solo, agregação, mecanismos de proteção e sequestro de carbono influenciados pela calagem superficial em Sistema Plantio Direto*. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura - Uso e Manejo do Solo)–Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

BUNGENSTAB, D.J. *A posição estratégica dos sistemas de integração no contexto da agropecuária e do meio ambiente*. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável*. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 16. p. 217-224.

CARDOSO, A.S. et al. *Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land*



use. *Agricultural Systems*, v. 143, p. 86-96, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.007>.

CHAVEZ, L.F. et al. Carbon dioxide efflux in a rhodic hapludox as affected by tillage systems in southern Brazil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 33, n. 2, p. 325-334, 2009.

CHEN, X. et al. Contrasting pathways of carbon sequestration in paddy and upland soils. *Global Change Biology*, v. 27, n. 11, p. 2478-2490, 2021. <https://doi.org/10.1111/gcb.15595>.

COSTA, F.S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

COSTA, M.P. et al. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. *Journal of Cleaner Production*, v. 171, p. 1460-1471, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.063>.

COTRUFO, M.F. et al. Soil carbon storage informed by particulate and mineral-associated organic matter. *Nature Geoscience*, v. 12, n. 12, p. 989-994, 2019. [10.1038/s41561-019-0484-6](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0484-6).



COTRUFO, M.F. et al. Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss. *Nature Geoscience*, v. 8, n. 10, p. 776-779, 2015. 10.1038/ngeo2520.

DAMIAN, J.M. et al. Predicting soil C changes after pasture intensification and diversification in Brazil. *Catena*, v. 202, p. 105238, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105238>.

DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. (Documentos 402). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

DOLLINGER, J.; JOSE, S. Agroforestry for soil health. *Agroforestry Systems*, v. 92, n. 2, p. 213-219, 2018. 10.1007/s10457-018-0223-9.

FRANCHINI, J.C. et al. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop–livestock–forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5, p. 1006-1013, 2014.

FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated crop-livestock systems in the southeastern USA. , v.99, pp. 361-372. *Agronomy Journal*, v. 99, p. 361-372, 2007. doi:10.2134/agronj2006.0076.



FRONNING, B.E.; THELEN, K.D.; MIN, D.-H. Use of Manure, Compost, and Cover Crops to Supplant Crop Residue Carbon in Corn Stover Removed Cropping Systems. *Agronomy Journal*, v. 100, n. 6, p. 1703-1710, 2008. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0052>.

HE, J. et al. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. *Soil and Tillage Research*, v. 113, n. 1, p. 48-54, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.01.005>.

HEILE, S.G.; NAIR, V.D.; RAMACHANDRAN NAIR, P.K. Contribution of trees to carbon storage in soils of silvopastoral systems in Florida, USA. *Global Change Biology*, v. 16, n. 1, p. 427-438, 2010.

HERRERO, M. et al. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems. *Science*, v. 327, n. 5967, p. 822-825, 2010. doi:10.1126/science.1183725.

HUANG, X. et al. New soil carbon sequestration with nitrogen enrichment: a meta-analysis. *Plant and Soil*, v. 454, n. 1, p. 299-310, 2020. 10.1007/s11104-020-04617-x.

JURGILEVICH, A. et al. Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, v. 8, p. 69, 2016.



KARVATTE, N. et al. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. *International Journal of Biometeorology*, v. 60, n. 12, p. 1933-1941, 2016. 10.1007/s00484-016-1180-5.

KIRKBY, C.A. et al. Carbon nutrient stoichiometry to increase soil carbon sequestration. *Soil Biol. Biochem.*, v. 60, n. s/n, p. 77–86, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.01.011>.

KOMATSUZAKI, M.; OHTA, H. Soil management practices for sustainable agro-ecosystems. *Sustainability Science*, v. 2, n. 1, p. 103-120, 2007. 10.1007/s11625-006-0014-5.

KUNHAMU, T.K.; KUMAR, B.M.; SAMUEL, S. Does tree management affect biomass and soil carbon stocks of *Acacia mangium* Willd. Stands in Kerala, India? In: KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. (Ed.). *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: Opportunities and challenges*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 217-228.

LAPIG. Image processing and geoprocessing laboratory of the Federal University of Goiás (UFG) in partnership with Secretariat for Strategic Affairs of the Presidency of the



Republic (“SAE”). Atlas Digital das Pastagens Brasileira. [Brazil Pasturelands Situation. Digital Atlas of the Brazil Pasturelands.]. 2021. Disponível em: <<https://pastagem.org/atlas/map>>. Acesso em: Nov. 11.

LAVALLEE, J.M.; SOONG, J.L.; COTRUFO, M.F. Conceptualizing soil organic matter into particulate and mineral-associated forms to address global change in the 21st century. *Global Change Biology*, v. 26, n. 1, p. 261-273, 2020. <https://doi.org/10.1111/gcb.14859>.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 190, p. 4-8, 2014a. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 190, n. s/n, p. 4-8, 2014b. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>.

LI, Y. et al. Residue retention promotes soil carbon accumulation in minimum tillage systems: Implications for conservation agriculture. *Science of The Total Environment*, v. 740, p. 140147, 2020. <https://doi.org/10.1016/j>.



scitotenv.2020.140147.

LOSS, A. et al. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.

LOVATO, T. et al. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 28, n. 1, p. 175-187, 2004.

LU, X. et al. Effects of tillage management on soil CO<sub>2</sub> emission and wheat yield under rain-fed conditions. *Soil Research*, v. 54, n. 1, p. 38-48, 2016. <https://doi.org/10.1071/SR14300>.

MACEDO, M.C. M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A. H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Comunicado Técnico 62. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2000. 4 p.

MADARI, B.E. et al. No tillage and rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 80, n. 1-2, p. 185-200, 2005.



MANGALASSERY, S. et al. Impacts of zero tillage on soil enzyme activities, microbial characteristics and organic matter functional chemistry in temperate soils. *European Journal of Soil Biology*, v. 68, p. 9-17, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2015.03.001>.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. Brasília - DF, Brasil: MAPA, 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) para consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasília - DF, Brasil, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC+. Brasília - DF, Brasil: MAPA, 2021.

MENDES, M.M.S. et al. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema



agrossilvipastoril. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 48, n. 10, p. 1342-1350, 2013.

MUNIZ, L. C. et al. Soil biological attributes in pastures of different ages in a crop-livestock integrated system. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1262-1268, 2011.

NORDBORG, M.; RÖÖS, E. Holistic management: a critical review of Allan Savory's grazing method. Uppsala: SLU, Swedish University of Agricultural Sciences & Chalmers, 2016. 45 p.

NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. IV. p. 133-204.

NUNES, R.S. et al. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo de Cerrado com a sucessão soja-milho. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 35, n. 4, p. 1407-1419, 2011.

OGLE, S.M. et al. Climate and Soil Characteristics Determine Where No-Till Management Can Store Carbon in Soils and Mitigate Greenhouse Gas Emissions. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 11665, 2019. 10.1038/s41598-019-47861-7.



OLIVEIRA, J.M. et al. Integrated farming systems for improving soil carbon balance in the southern Amazon of Brazil. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 105-116, 2018. 10.1007/s10113-017-1146-0.

OLIVEIRA, M.I.L. et al. Concentração de íons na solução de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1291-1300, 2011.

PACIULLO, D.S.C. et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

PARDON, P. et al. Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 247, p. 98-111, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.018>.

PARRA, A.S. et al. Greenhouse gas emissions in conversion from extensive pasture to other agricultural systems in the Andean region of Colombia. *Environment, Development and Sustainability*, v. 21, n. 1, p. 249-262, 2019. 10.1007/s10668-017-0034-6.



PEGORARO, R.F. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em argissolo submetido ao monocultivo de *Eucalyptus urograndis* e em rotação com *Acacia mangium*. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 4, p. 935-946, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509816607>.

POEPLAU, C. et al. Isolating organic carbon fractions with varying turnover rates in temperate agricultural soils – A comprehensive method comparison. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 125, p. 10-26, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.025>.

RAMACHANDRAN NAIR, P.K.; MOHAN KUMAR, B.; NAIR, V.D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 172, n. 1, p. 10-23, 2009. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800030>.

REIS, J. et al. Crop-Livestock-Forestry Integration in Brazil:: a sustainable agriculture strategy based on the concepts of Green Economy Initiative. *Sustainability in Debate*, v. 7, n. 1, p. 58 - 73, 2016. [10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061).

RESENDE, M. et al. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

RIBEIRO-JÚNIOR, N.G.; ARIANO, A.P.R.; SILVA, I.V.



Death of pastures syndrome: tissue changes in *Urochloa hybrida* cv. Mulato II and *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Brazilian Journal of Biology* [online], v. 77, n. 1, p. 97-107, 2017. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.10715>.

RICHARDSON, A.E. et al. The inorganic nutrient cost of building soil carbon. *Carbon Management*, v. 5, n. 3, p. 265–268, 2014.

RYALS, R. et al. Impacts of organic matter amendments on carbon and nitrogen dynamics in grassland soils. *Soil Biol. Biochem.*, v. 68, n. 1, p. 52-61, 2014.

SÁ, J.C.D.M. et al. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environment International*, v. 98, p. 102-112, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.020>.

SALTON, J.C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, 2011.

SANTOS, G.G. et al. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1339-1348, 2011.

SCHLESINGER, W.H.; AMUNDSON, R. Managing for



soil carbon sequestration: Let's get realistic. *Global Change Biology*, v. 25, n. 2, p. 386-389, 2019. <https://doi.org/10.1111/gcb.14478>.

SHAKOOR, A. et al. A global meta-analysis of greenhouse gases emission and crop yield under no-tillage as compared to conventional tillage. *Science of The Total Environment*, v. 750, p. 142299, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142299>.

SILVA, E.F. et al. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1321-1331, 2011.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SISTI, C.P.J. et al. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 76, n. 1, p. 39-58, 2004.

SOARES, M.B. et al. Integrated production systems: An alternative to soil chemical quality restoration in the Cerrado-Amazon ecotone. *CATENA*, v. 185, p. 104279, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104279>.



SOUZA, E.C. et al. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 41, p. e46483, 2019. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.46483>.

SOUZA, E.D. et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 33, n. 6, p. 1829-1836, 2009.

SUN, W. et al. Climate drives global soil carbon sequestration and crop yield changes under conservation agriculture. *Global Change Biology*, v. 26, n. 6, p. 3325-3335, 2020. <https://doi.org/10.1111/gcb.15001>.

TSUKAMOTO FILHO, A.A. et al. Fixação de Carbono em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais. *Agrossilvicultura*, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2004.

URQUIAGA, S. et al. Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos das regiões tropicais e subtropicais do Brasil: uma análise crítica. *Informações Agronômicas*, v. 2, n. 130, p. 12-21, 2010a.



URQUIAGA, S. et al. Mudanças ambientais: sequestro de carbono e emissão de gases de efeito estufa pelo solo. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. (Ed.). Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010b. cap. 7. p. 377-388.

URQUIAGA, S. et al. Capítulo 7: Contribuição da Fixação Biológica de Nitrogênio na Produtividade dos Sistemas Agrícolas na América Latina. 2006a. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/biotacap7ID-1aDona7p8o.pdf>>. Acesso em: 08 Fev. 2014.

URQUIAGA, S. et al. Capítulo 12: Manejo de Sistemas Agrícolas para Sequestro de Carbono no Solo. 2006b. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/biotacap12ID-KOMNoUu66b.pdf>>. Acesso em: 08 Fev. 2014.

USDA. United States Department of Agriculture. Soil quality indicators 2011. 2011. Disponível em: <[http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/pom\\_sq\\_biological\\_indicator\\_sheet.pdf](http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/pom_sq_biological_indicator_sheet.pdf)>. Acesso em: 23 December 2020.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. O solo como sistema. Curitiba: Edição dos autores, 2011. 104 p.



VILELA, L. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MARCHÃO, R.L. Integração lavoura-pecuária-floresta: a alternativa para intensificação do uso da terra. *Revista UFG*, v. 13, n. 13, p. 92-99, 2012.

XIAO, Y.; HUANG, Z.; LU, X. Changes of soil labile organic carbon fractions and their relation to soil microbial characteristics in four typical wetlands of Sanjiang Plain, Northeast China. *Ecological Engineering*, v. 82, p. 381-389, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.015>.

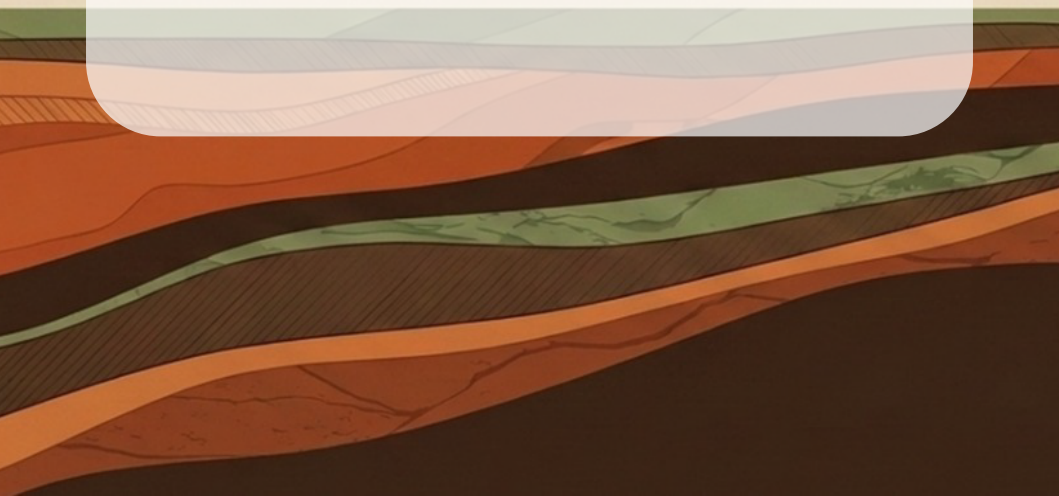
YUAN, G. et al. Effects of straw incorporation and potassium fertilizer on crop yields, soil organic carbon, and active carbon in the rice–wheat system. *Soil and Tillage Research*, v. 209, p. 104958, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104958>.

ZILVERBERG, C.J. Agroecology of three integrated crop-livestock systems in the Texas High Plains. 2012. Thesis (PhD)–Agronomy, Texas Tech University, Lubbock, TX, 2012.



# Capítulo 4

## ANÁLISE DO SOLO UMA ABORDAGEM PARASITOLÓGICA



# ANÁLISE DO SOLO UMA ABORDAGEM PARASITOLÓGICA

Lindomar Guedes Freire Filha

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivos estudar enteroparasitas de solo utilizando métodos específicos para identificar/quantificar numa voçoroca exposta com resíduos domésticos. A área estudada foi uma voçoroca em Anápolis-Go/Brasil. O local tem comprimento superior a 500 m, com largura de 20 a 50m e profundidades de até 15m e registrada com Sistema de Posicionamento Global (GPS). As amostras do solo foi de 100g/colheita em cinco pontos de superfície e de profundidade e submetidas a três métodos: Rugai, Willis e Cort. O método de Cort teve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,02$ ) em relação ao método de Willis. A frequência de positividade de ovos ou larvas no meio analisado foi dependente do método aplicado para a identificação das formas parasitárias. Os ovos mais evidenciados foram de *A. lumbricóides* (61,17%),



seguidos de *Toxocara ssp* (12,94%) e *Hymenolepis nana* (4,71%). Quanto às larvas, 14,12% foram larvas nematodas de vida livre e 7,06% de Ancilostomídeos. A frequência enteroparasitária, independente dos métodos propostos, foi maior para ovos de *A. lumbricoides* de 5:1 em relação a ovos de *H. nana* ou de 3:1 para ovos de *Toxocara ssp*. Quanto às larvas, foi de uma de ancilostomídeos para duas de nematoda de vida livre. Considerando a proporção de ovos e larvas na área obteve-se aproximadamente 3,5:1. Dessa forma os aspectos parasitológicos possibilitaram, inferi a problemática envolvendo o uso do solo como lixeira doméstica e espera-se que venha contribuir para auxiliar as políticas públicas relacionadas à saúde da comunidade e a saúde ambiental.

**Palavras-chave:** Solo. Voçoroca. Resíduos. Enteroparasitos.

**Abstract:** This work aimed to study soil enteroparasites using specific methods to identify/quantify them in a gully exposed to domestic waste. The area studied was a gully in



Anápolis-Go/Brazil. The site is over 500 metres long, with a width of 20 to 50 metres and depths of up to 15 metres, recorded using a Global Positioning System (GPS). The soil samples were 100g/crop at five points on the surface and at depth and were subjected to three methods: Rugai, Willis and Cort. The Cort method showed a statistically significant difference ( $p < 0.02$ ) compared to the Willis method. The frequency of positive eggs or larvae in the analysed medium depended on the method used to identify the parasitic forms. The most common eggs were *A. lumbricoides* (61.17 per cent), followed by *Toxocara* ssp (12.94 per cent) and *Hymenolepis nana* (4.71 per cent). As for the larvae, 14.12% were free-living nematode larvae and 7.06% were hookworms. The enteroparasite frequency, regardless of the methods proposed, was 5:1 higher for *A. lumbricoides* eggs than for *H. nana* eggs or 3:1 for *Toxocara* ssp. eggs. As for the larvae, it was one hookworm to two free-living nematodes. Considering the proportion of eggs and larvae in the area, this was approximately 3.5:1. In this way, the parasitological aspects made it possible to infer the problem



involving the use of soil as a domestic rubbish dump and it is hoped that this will help to support public policies related to community health and environmental health.

**Keywords:** Soil. Gullies. Waste. Enteroparasites.

## INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados com a qualidade do solo contaminado com dejetos e a influência que exerce sobre a saúde humana têm dia-a-dia modificados hábitos em muitas comunidades, além de sensibilizar as autoridades quanto às corretas diretrizes para a preservação do meio ambiente. Devem-se destacar as enfermidades com alta taxa de morbidade como as enteroparasitoses causadas por metazoários.

As helmintoses são enfermidades ocasionadas pela ingestão de ovos embrionários em águas e inúmeros alimentos, além de penetração de larvas na pele ou mucosa, que se instalam em diferentes órgãos do indivíduo.



O solo é o ambiente natural para uma parte do desenvolvimento e manutenção do ciclo biológico desses organismos. Os solos expostos ou contaminados pela população são as principais vias de contato para os indivíduos. Quando o solo é contaminado por fezes de animais e humana, poderá ser fonte de várias zoonoses, fato associado a um constante fluxo de indivíduos de diferentes faixas etárias em áreas habitualmente frequentadas pela população.

Algumas parasitoses como, por exemplo, as ancilostomíases, os ovos ao serem liberados nas fezes de seu hospedeiro, completam o seu desenvolvimento no meio externo, em face de necessidade de altas taxas de concentração de oxigênio, ausentes no microorganismo intestinal. Após, são originadas larvas, que ficam livres no solo e por sua capacidade de deslocamento, facilita a penetração pela pele em um novo hospedeiro (Cimerman e Cimerman, 2002).

No lixo doméstico pode ser encontrado, papel de higiene pessoal e fezes de animais como gato e cachorro,



quando depositado no meio ambiente e exposto em áreas de visitação pública corrobora para a degradação visual e o mais agravante, a disseminação de sérias doenças causadas pela contaminação do solo com ovos, larvas de helmintos e cistos de protozoários. Para Cavinatto e Paganini (2007) as ameaças ambientais envolvem danos e contaminação da cobertura vegetal, do solo, do lençol freático e do corpo receptor. Além daquelas relacionadas à saúde pública dos trabalhadores de estação de tratamento/rurais, e que consomem produtos vegetais e animais, os quais tenham pastado em terrenos irrigados com esgotos/efluentes ou de excretas de populações que residem próximas. Porém, o maior risco à saúde ocorre quando o microrganismo é capaz de sobreviver por períodos prolongados de tempo e se movimentar vigorosamente pelo solo.

A presença de lixo doméstico jogado em lugar inapropriado, a deambulação de cães abandonados (que normalmente não são vermifugados) em busca de alimentos, as enxurradas, as declividades de terrenos e proximidades de rios, são elos localmente e a distância que



ocasionariam focos de doenças parasitárias em ambiente que geograficamente foi alterado para implantação de novos condomínios e/ou mal estruturado com saneamento básico.

No município de Anápolis esta problemática é vivenciada em bairros cuja implantação foi realizada desconsiderando os condicionantes físicos e as fragilidades naturais do terreno.

Um dos bairros que se destaca é o Polocentro, apresentando processos erosivos lineares. Neste, a denominada “voçoroca Contorno” (atinge rua do mesmo nome), localizada na margem leste da alta bacia urbana do córrego das Antas apresenta incisão erosiva linear de 272,25 m de comprimento com profundidade variável e atingindo 9 m na cabeceira (Jesus et al., 2008).

Com a formação da “voçoroca Contorno”, houve dificuldade de trânsito de veículos e pedestres, dificultando principalmente a coleta de lixo, acesso do corpo de bombeiro, ambulâncias, entre outras dificuldades vividas pelos moradores do bairro Polocentro. Além desse desconforto e para barrar seu avanço da voçoroca, ocorreu



o lançamento de lixo doméstico por seus moradores, antropizando amplamente a área em questão.

Os agravantes que os moradores do bairro Polocentro vem sofrendo com o lixo exposto na “voçoroca Contorno” contaminando o solo e a planície do córrego das Antas são considerações pertinentes que devem ser avaliadas sobre o ângulo da saúde pública, enfocando que o desconhecimento das atitudes dos presentes, pode levar danos a saúde, a curta ou longo prazo das enteroparasitoses.

As enteroparasitoses são patologias que acometem o seguimento intestinal do indivíduo, apresentando sintomatologia variável conforme a espécie em foco, sendo os helmintos e os protozoários os protagonistas da doença.

Essas patologias são endêmicas em países do terceiro mundo, onde se constituem problemas de Saúde Pública (Pillai e Kain, 2003; Chan, 1997; Monteiro, 1995). Entre os helmintos nematodas o *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* e os ancilostomídeos são os mais frequentes (Bethony et al., 2006) e que mais de 1 milhão de indivíduo é infectado por *A. lumbricoides*, sendo



que 200 e 500 milhões de indivíduos, respectivamente, alberguem *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* (Pillai e Kain, 2003; Minenoa e Avery, 2003; WHO, 1997). Para Thompson et al. (1990) a prevalência de *G. lamblia* (*G. intestinalis* ou *G. duodenalis*) nos países ricos é de 2-7%, enquanto nos países pobres as cifras oscilam entre 20-60%, podendo apresentar-se assintomático em muitos indivíduos infectados. Um agravante que preocupa a saúde pública dessa protozoose é o surgimento de cepas resistentes aos esquemas terapêuticos convencionais (Nash et al., 2001; Furness et al., 2000). Na amebíase para os 500 milhões de infectados, 50 milhões destes parasitas, apresentam a forma invasiva, desencadeando óbito de 100.000 pessoas anualmente, a maioria por abscesso hepático ou colite (WHO, 1997; Walsh, 1988).

Quanto ao *Strongiloides stercoralis* as condições de temperatura e umidade elevadas propiciam a vida do parasito no solo (Pedro; Ramos e Branchini, 1989). No Brasil a prevalência é de até 85% em populações economicamente desfavoráveis de regiões com condições



climáticas compatíveis à sobrevivência do parasita (Pessoa e Martins, 1988).

A Organização Mundial da Saúde estima que 50 milhões de indivíduos estejam infectados pelo complexo teníase/cisticercose e 50 mil morrem a cada ano (CDC, 1993). A teníase é uma patologia desencadeada pela presença da forma adulta de *Taenia saginata* e a *T. solium*. A *T. solium* é causadora da neurocisticercose, grave doença neurológica. No Brasil é encontrada com elevada frequência em São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás. Nos países em desenvolvimento (América Latina, Ásia e África) é a maior causa de epilepsia sintomática com alto coeficiente de letalidade, variando de 16,4 a 25,9% (Terra-Bustamante et al., 2005; Fleury et al., 2003; Schneider et al., 2002; Takayanagui et al., 1983; Canelas, 1962).

A solução para esse complexo são as adoções integradas com várias medidas preventivas como tratamento precoce da teníase, suinocultura modernizada, saneamento básico aprimorado, educação sanitária da população, eficácia na inspeção da carne e fiscalização da qualidade



das verduras (Takayanagui et al., 2001; Takayanagui et al., 2000; MS, 1996).

Outro enteroparasita, que determina também um comprometimento hepatoesplênico é o *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose mansônica constituindo um parasita de ampla distribuição no país, estando fortemente vinculado às precárias condições sócio-ambientais. Geograficamente a região Nordeste é a área de maior endemicidade (MS, 2005).

A dificultada ou bloqueio intestinal (*A. lumbricoides*), a desnutrição (*A. lumbricoides* e *T. trichiura*), a Anemia Ferropriva (*ancilostomídeos*), quadros de diarreia e de má absorção (*E. histolytica* e *G. lamblia*), são as manifestações clínicas, geralmente proporcional à carga parasitária individual, desenvolvida pela presença dos enteroparasitas (Ferreira; Ferreira e Monteiro, 2000).

Vários estudos demonstram o encontro e a viabilidade de ovos, larvas e cistos de parasitas contaminando solos onde é frequente o trânsito da população como praças, parques, praias e locais de lazer apresentando solo exposto



para favorecer recreações diversas. Entretanto, ressalta-se que os inúmeros desenhos experimentais para prevenção da saúde das comunidades nas enteroparasitoses mostram que são áreas sem excesso de contaminantes visuais e ambientais. Por serem lugares de lazer há um maior cuidado com as exposições de lixos e outros materiais, mesmo em se tratando de população de menor poder socioeconômico.

Dada a importância da participação dos estudos das enteroparasitoses de massa e seu forte vínculo com o solo, no presente trabalho estudou-se o solo de uma área de voçoroca acumulada com diferentes tipos de resíduos, principalmente os domésticos. Verificando a possível contaminação por parasitos com as modificações geográficas que atingem o ambiente analisado. Diante do exposto o artigo teve como objetivos estudar enteroparasitas de solo utilizando métodos específicos para identificar e quantificar em uma voçoroca exposta com lixo doméstico.



## MATERIAL E MÉTODO

### Área de Estudo

Para o desenvolvimento da investigação foi selecionada uma área do município de Anápolis-Go/Brasil, que reúne fontes potenciais de diferentes contaminantes constituída de resíduos domésticos, considerado um problema de saúde pública.

Anápolis é município do Estado de Goiás (Brasil) e apresenta 391.772 habitantes em um território de 933,156 Km<sup>2</sup>, estando localizado em sua parte central (IBGE, 2020). O município dista 57 Km de Goiânia e 160 Km de Brasília é atualmente, o terceiro em dividendos públicos do Estado de Goiás.

A área de estudo é considerada uma erosão do tipo voçoroca. Tem comprimento superior a 500 m, com largura de 20 a 50m e profundidades de até 15m (Teixeira; Oliveira e Lacerda, 2005) (Figura 1).



Figura 1. Município de Anápolis e área de estudo mostrando voçoroca, local de coleta de amostra de solo. A seta 1 indica voçoroca e seta 2 indica cone de dejeção, asterisco \*Mata.



A área do cone de dejeção foi registrada utilizando-se o Sistema de Posicionamento Global (GPS - Global Positioning System) – GARMINTM – modelo eTrex Vista) e projetada no programa AutoCad para verificar a altimetria da área. Para avaliar a contaminação do solo pela presença do lixo exposto na área do cone de dejeção, foram demarcados



pontos experimentais, seguindo as coordenadas planas e visualizados no quadro 1.

Quadro 1. Pontos experimentais das coletas de amostras do solo no cone de dejeção de voçorocas contaminadas com lixos domésticos (Anápolis-GO/Brasil).

Pontos do experimento (GPS)	Coordenadas Planas		Denominações dos Pontos	
	Leste	Norte		
6	716424,680	8188717,446	*Perfil	I
7	716460,068	8188637,509		II
8	716458,042	8188619,317		III
9	716466,917	8188587,805		IV
10	716480,810	8188565,530		IV
13	716483,676	8188635,520	**Superfície II	
1	716481,872	8188581,245	**Superfície IV	
14	716587,718	8188641,960	Margem sul	
15	716578,421	8188641,051		
16	716579,417	8188630,427		

\*Borda do cone de dejeção – Contato com Córrego das Antas.

\*\*Coleta realizada a cada 5 metros a partir do perfil II e IV.



## Coleta das Amostras

Em cada ponto de coleta o número de amostra foi determinado conforme análise prévia do ponto experimental, bem como as distâncias entre cada ponto e entre as distâncias de cada sub amostra (Figura 2).



Figura 2. Ponto experimental - perfil III, borda do cone de dejeção em contato com o córrego das Antas (Anápolis-Go/Brasil) apresentando 1,30 m de espessura. Fita métrica (seta).



Foram coletadas vinte e nove amostras do solo e conforme a localização do ponto experimental o número dessas amostras variou (Figura 3).

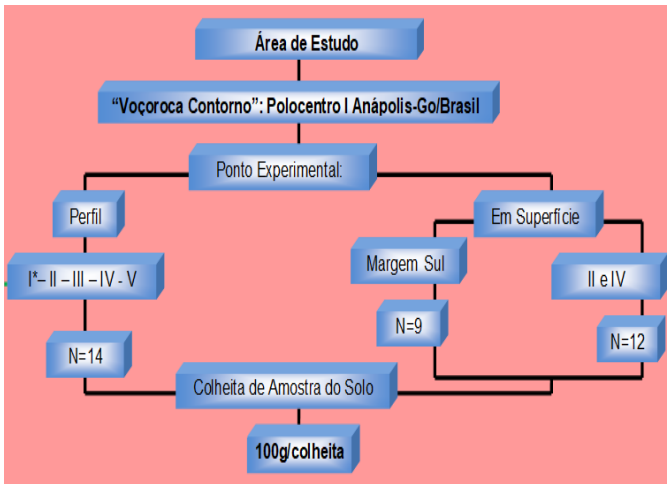


Figura 3. Fluxograma do estudo “Enteroparasitas no solo em voçoroca no município de Anápolis-GO/Brasil”: Ponto experimental e colheita das amostras de solo.

As amostras do solo foram coletadas individualmente com colher de plástico descartável e acondicionadas em frascos descartáveis de Poliestireno e pigmento atóxico, com capacidade para 100 ml. Após cada



colheita os frascos foram devidamente fechados sem uso de conservante e registrados para posterior processamento e análises laboratoriais (Figura 4).



Figura 4. Colheita de amostra, perfil IV na borda do cone de dejeção em contato com o córrego das Antas (Anápolis-GO/Brasil).



## **Análise Laboratorial Parasitológica das Amostras do Solo**

As análises laboratoriais das amostras de solo em campo foram processadas na Universidade Federal de Goiás, no Departamento de Parasitologia – Laboratório de Parasitologia Veterinária, utilizando os métodos mostrados no quadro 2 e figura 5.

Para análise de larvas de enteroparasitas com parte do ciclo desenvolvimento no solo foi aplicado o método de Rugai et al. (1954). Este método tem como principio o hidro e termotropismo das larvas, que saem do material (fezes ou terra) migrando para a água morna e por gravidade, se depositam no fundo do recipiente. A imobilidade larval se deu com a utilização de gota de lugol no sedimento analisado (Neves et al., 2006).

Para a obtenção de ovos de helmintos e cistos de protozoários causadores de enteroparasitoses foi aplicado o método de Willis (1921). Este método consiste na suspensão dos ovos e cistos, devido à saturação da solução pelo cloreto



de sódio (Willis, 1921).

O método Cort et al. (1929) também foi aplicado para obtenção de ovos de helmintos e cistos de protozoários. O método Cort et al. (1929) utiliza um sal inorgânico, o dicromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) numa densidade de 1,350 para a suspensão desses contaminantes do solo.

Utilizado na pesquisa de ovos de helmintos. A seguir a descrição desse método:

1. Dissolver cerca de 10g terra em uma solução de dicromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) numa densidade de 1,350.
2. Homogenizar com bastão de vidro
3. Deixar repousar por 10 minutos
4. Centrifugar por 10 minutos
5. Utilizando uma alça de platina, retire amostras e coloque sobre uma lâmina para análise.

As amostras de solo foram homogeneizadas separadamente e 10 g de terra pesadas em balança semi analítica. Cada número de amostra foi analisado em triplicata



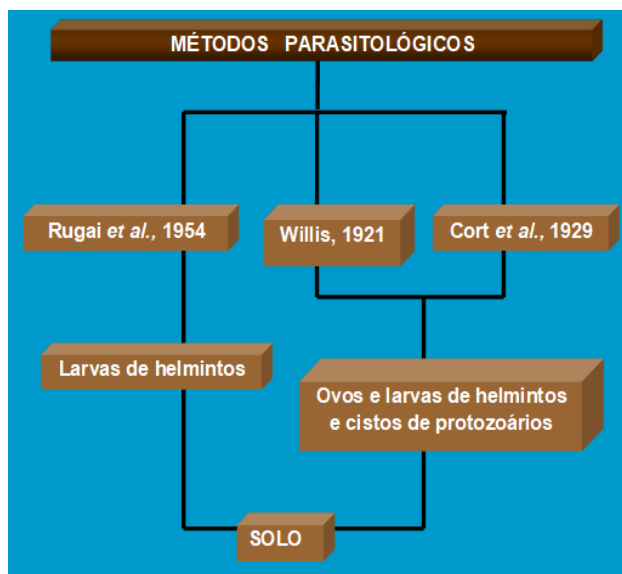
e avaliada em microscópio binocular OLYMPUS® (quadro 2).

Quadro 2. Métodos laboratoriais aplicados e o número de vezes analisados em amostras de solo colhidos de voçoroca em Anápolis-GO/Brasil.

AMOSTRAS	Métodos laboratoriais aplicados			TOTAL
SOLO	Rugai et al.,1954	Willis, 1921	Cort et al., 1929	261
	29 x 3	29 x 3	29 x 3	



Figura 5. Fluxograma mostrando os métodos parasitológicos para análise parasitológica de solo em voçoroca exposta a resíduos domésticos no município de Anápolis-Goiás/Brasil.



## **Análise Estatística**

Primeiramente foi conduzida uma análise exploratória dos resultados obtidos, resumindo-se as informações por meio do cálculo de percentuais.

Pelo teste qui-quadrado (c2) avaliou-se a influência



dos métodos de flutuação aplicada nas amostras de solo quanto a positividade ou não de enteroparasitas nos diferentes pontos experimentais. As análises desses dados foram realizadas com o programa BioEstat 5.0 (Ayres, 2007) “Aplicação Estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas”, considerado valor de  $P < 0,05$ .

Para estimar o grau de associação entre as duas variáveis dos métodos de flutuação (Willis versus Cort) foi utilizada a Medida de Associação nas tabelas 2 x 2 com o Coeficiente  $\phi$  (j). Quanto mais próximo estiver de 1, maior será o grau de associação entre as variáveis, e, quanto mais próximo de zero, menor é a associação (Vieira, 2004). Para os cálculos do Coeficiente  $\phi$  foi aplicada a seguinte fórmula, onde:

- $c^2$  é o valor não-corrigido do teste de  $c^2$
- $n$  é o tamanho total da amostra da tabela 2 x 2.

$$\phi = \sqrt{\frac{c^2}{n}}$$



## **RESULTADOS**

### **Resultados parasitológicos das amostras**

Os resultados da pesquisa laboratorial das amostras constam das tabelas 1, 2 e 3. Os resultados foram obtidos pelos métodos de sedimentação de Hoffman (Hoffman et al., 1934) e Rugai (Rugai et al., 1954) e pelos métodos de flutuação de Willis (1921), Cort et al. (1929) e Faust (Faust et al., 1938).

### **Amostras de Solo**

O método de Rugai et al. (1954) apresentou resultados positivos quanto ao hidro e termotropismo das larvas de helmintos nos pontos de coletas dos Perfis IV e V, Margem Sul, Superfície II e IV (Tabela 1). Com este método foi possível obter um total de nove sub amostras positivas de larvas de nematelmintos livres no meio ambiente, sendo sete com larvas de nematóides de vida livre e duas subamostras com larvas de Ancilostomídeos. O método de



Willis (1921) e o de Cort et al., (1929) resultou em seis pontos de coletas positividade para ovos de helmintos no Perfil II, IV e V, Margem Sul, Superfície II e IV. Ambos os métodos por ter em suas soluções sal em alta densidade, favorece a flutuação dos ovos.

Tabela 1. Resultados dos métodos parasitológicos aplicados em amostra de terras de voçoroca contaminado com lixos domésticos. Anápolis-Go/Brasil.

PONTOS DE COLETAS	METODOS		
	Rugai et al., 1954.	Willis, 1921	Cort et al., 1929
Perfil I	-	-	-
Perfil II	-	+	+
Perfil III	-	-	-
Perfil IV	+	+	+
Perfil V	+	+	+
Margem Sul	+	+	+
Superfície II	+	+	+
Superfície IV	+	+	+

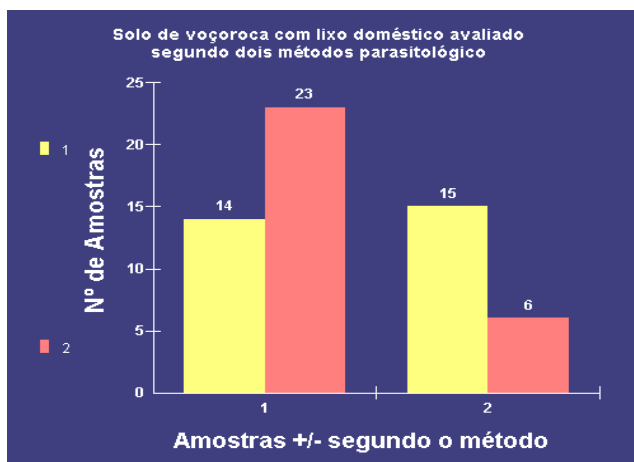
Os valores obtidos dos dados analisados do ambiente solo indicado pelos métodos de flutuação referenciaram que o método de Cort et al. (1929) teve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,02$ ) em relação



ao método de Willis (1921). A frequência de positividade de ovos ou larvas no meio analisado foi dependente do método aplicado para a identificação dessas formas microscópica proposta (Figura 6). Esta significância está relacionada com a associação em questão, porém, o grau da associação entre as duas variáveis foi de  $j = 0,32$ , significando uma indicação de pequena associação.

Figura 6. Relação de positiva ou negativa entre os métodos de flutuação aplicados em amostras de solo de voçoroca.

Anápolis-Go/Brasil. \* $p < 0,05$ .



Os métodos qualitativos empregados favoreceram a identificação de ovos e larvas de helmintos. Independentemente do método proposto a tabela 2 demonstra o número total de ovos ou larvas em lâminas positivas. Os ovos mais evidenciados foram os de *A. lumbricóides* com 61,17% nas amostras positivas, seguidos de *Toxocara ssp* (12,94%) e *Hymenolepis nana* (4,71%). Quanto às larvas, 14,12% foram larvas nematodas de vida livre e 7,06% de Ancilostomídeos (Tabela 2).

As larvas de nematóides de vida livre são caracterizadas por apresentarem larva rabditóide e filarióide, assim denominadas pelo tipo de esôfago, e com cauda que termina abruptamente. Enquanto as larvas de ancilostomídeos, apesar de ter as características gerais morfológicas dos tipos de esôfagos, a cauda nos ancilostomídeos adelgaça-se gradualmente.



Tabela 2. Parasitas helmínticos obtidos de amostras de terra de voçoroca contaminada com lixo doméstico. Anápolis-Go/Brasil.

VARIAVEIS	Nº de ovos/larvas obtidos	Percentual
Ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	52	61,17
Ovos de <i>Toxocara ssp</i>	11	12,94
Ovos de <i>Hymenoleps nana</i>	04	4,71
Larvas de vida livre	12	14,12
Larvas de Ancilostomídeos	06	7,06

A frequência de enteroparasitas encontrados na área amostral (n=29), independente dos métodos propostos, foi maior para ovos de *A. lumbricoides* (55,17%) numa proporção de 5:1 em relação a ovos de *H. nana* ou de 3:1 para ovos de *Toxocara ssp*. Quanto às larvas esta proporção foi de uma larva de ancilostomídeos para duas larvas de nematoda de vida livre. Considerando a proporção de ovos e larvas na área obteve-se aproximadamente 3,5:1 (Tabela 3).



Tabela 3. Frequência de parasitos helmínticos obtidos de amostras de terra de voçoroca contaminada com lixo doméstico. Anápolis-Go/BRASIL.

VARIAVEIS	Frequência em amostras (%)
Ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55,17
Ovos de <i>Toxocara ssp</i>	17,24
Ovos de <i>Hymenoleps nana</i>	3,45
Larvas de vida livre	17,24
Larvas de Ancilostomídeos	6,90

## DISCUSSÃO

Apesar da coleta das amostras terem sido realizadas no período chuvoso a quantidade e a frequência de ovos, principalmente de *Ascaris lumbricóides* neste tipo de ambiente foram consideradas relevantes, porém para as fases larvais foram baixas. Trabalhos de Araújo et al. (2008) e de Nunes et al. (2000) descreveram que não há diferença significativa entre as estações climáticas, quanto ao aumento de uma das fases evolutivas helmínticas. Rocha et al. (2008) descreveram que a recuperação de larvas de amostras fecais em canteiros experimentais foi pequena quando comparada



as culturas controles laboratoriais, sendo que no período chuvoso as fezes foram destruídas o que explica o declínio larval. Para estes, o período do verão apresentou grande vulnerabilidade no ambiente quanto às espécies avaliadas. Almeida et al. (2005) ressaltam que as estações influenciam drasticamente no declínio ou no aumento de larvas em pastagem. No presente estudo as amostras de solo coletadas em período chuvoso e oriundo de área influenciada por enchente do córrego das Antas, presença de voçoroca e lixo doméstico espreado num desnível de 0,58 m (58,1%) pode ter influenciado numa menor obtenção de larvas quando comparados com a frequência de ovos de *Ascaris lumbricoides* e *Tocara ssp.* Segundo Chieffi e Amato Neto (2003) variações de ambiente e atividades humanas, podem alterar a distribuição larval, facilitando ou dificultando a frequência geo-helmintica.

Salienta-se que trabalhos localizados em solos de creches (Araujo et al., 2008; Zaiden et al., 2008), em praças públicas (Andreis et al., 2008; Souza et al., 2008; Souza et al., 2007; Coelho et al., 2007; Oliveira et al., 2007; Guimarães



et al., 2005), em escolas (Coelho et al., 2007; Nunes et al., 2000), em praias (Coelho et al., 2007; Carvalho et al., 2005; Cáceres et al., 2004; Silva et al., 1991) e em pastagens (Rocha et al., 2008) que objetivaram a prevalência de parasitos não sofreram grandes influências quanto aos aspectos descritos neste estudos com inúmeros viés que podem sim acarretar variações relativas da presença de formas parasitárias em seus diferentes ciclos evolutivos.

Os ovos de *Ascaris lumbricoides* foram os mais prevalentes fatos que pode estar associado às infecções geohelmináticas indicada por Bethony et al. (2006) como uma das parasitoses intestinais mais frequente, juntamente com o *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos. A estimativa mundial refere que a ascaridiose atinja 1.221 milhões de pessoas (Silva, 2003). Segundo Coelho et al. (2001) a morfologia do ovo favorece uma maior adesividade ao substrato, sendo este descrito por Yamaguti (1961) como ovos de casca espessa com revestimento albuminoso e superfície granulosa e sem segmentação quando depositado. Este ponto de vista quanto a peculiaridade da família Ascarididae, com rugosidade na



parede dos ovos o qual o *Toxocara ssp* também se inclui, favorecem uma maior probabilidade do encontro desses no meio ambiente, sendo o encontro na maioria de ovos de *A. lumbricóides* em amostras de fezes, de solo de creches e de hortaliças, ou de ovos de *Toxocara ssp* em solos de praças e praias. Nesta análise entre as amostras positivas foi possível um encontro de ovos de *Toxocara ssp* inferior (apenas 17,24%) aos de *A. lumbricoides*. Este percentual era esperado visto que, apesar da deambulação de cães na área analisada, ainda é inferior ao número de cães que são conduzidos por seus donos ou livres as praças públicas, repopulando diariamente com dejetos eliminados por estes animais em locais planos e que sofre pouco das interperes como foi o local do presente estudo.

Por ser uma área aberta o acesso a animais como *Canis familiares* (cão doméstico), *Felis domesticus* (gato) e *Bos ssp* (vaca doméstica) e de indivíduos que transitam livremente, favorece a ejeção de contaminantes ambientais, poluindo o substrato de inúmeras formas com mais fezes, lixos e efluentes domésticos. Dessa forma a contaminação



parasitária da área está relacionada com o trânsito das espécies e com o comportamento da população. Sendo assim, há necessidade de controle e preocupação das autoridades de saúde e dirigentes municipais para um direcionamento da qualidade de vida da comunidade, bem como uma qualidade ambiental.

De acordo com a área analisada a voçoroca e a margem do córrego das Antas se apresentaram como “lixeria ilegal”, devido principalmente aos descasos dos seus dirigentes com a comunidade e pela própria comunidade que faz da voçoroca o destino final de seus lixos.

## **CONCLUSÕES**

O desenvolvimento deste trabalho quanto aos aspectos parasitológicos possibilitou, inferir a problemática envolvendo o uso do solo como lixeira doméstica.

A presença de resíduos domésticos na área compromete o córrego das Antas carregando patógenos, situação que leva perigo aos indivíduos localmente e a



distância, além de contribuir para enchentes em outros pontos do município de Anápolis-GO/Brasil.

Os métodos parasitológicos laboratoriais apresentaram resultados: positivos para larvas de nematelmintos livres e de Ancilostomídeos (método Rugai et al., 1954); positividade para ovos de *Ascaris lumbricóides*, *Toxocara ssp* e *Hymenolepis nana* com os método de Willis (1921) e o de Cort et al. (1929); o método de Cort et al. (1929) teve diferença estatisticamente significativa em relação ao método de Willis (1921), porém o grau da associação entre as duas variáveis significou uma pequena associação; a frequência de positividade de ovos ou larvas no meio analisado foi dependente do método aplicado; a frequência de enteroparasitas encontrados na área amostral independente dos métodos propostos, foi de: ovos de *A. lumbricóides* > *Toxocara ssp* > *H. nana* .

Espera-se que o presente estudo venha contribuir para auxiliar de alguma forma as políticas públicas principalmente as relacionadas à saúde da comunidade e a saúde ambiental, na qual o homem está inserido e que dele



tudo tira, mas é preciso mais do que nunca cuidar.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.R. et al. Desenvolvimento, Sobrevivência e Distribuição de Larvas Infestantes de Nematódeos Gastrointestinais de Ruminantes, na Estação Seca da Baixada Fluminense, RJ. Rev. Bras. Parasit. Vet., Rio de Janeiro, v.14, n.3, p.89-94, 2005.

ARAÚJO, N.S.; RODRIGUES, C.T.; CURY, M.C. Helintos em caixas de areia em creches da cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Rev Saúde Pública, v.42, n.1, p.150-153, 2008.

AYRES, M. et al. BioEstat 5,0 Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém-PA/BRASIL. CD-ROM (2007).

ANDREIS, A.; SCHUH, G.M.; TAVARES, R.G. Contaminação do solo por parasitos e ocorrência de doenças intestinais. Estudos. v.35, n.11/12, p.1169-1177, 2008.

BETHONY, J. et al. Soil transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. Lancet, v.367, p.1521–1532, 2006.



CÁCERES, A. P. S. G. Y. et al. Contaminação do solo por helmintos de importância médica na praia do Sul (Milionários), Ilhéus - Ba. Newslab, v. 67, p. 146-155, 2004.

CARVALHO, S.M.S. et al. Adaptação do método de Rugai e colaboradores para análise de parasitas do solo. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., São Paulo, v.38, n.3, p.270-271, mai./jun., 2005.

CANELAS, H.M. Neurocisticercose: incidência, diagnóstico e formas clínicas. Arq. Neuro-Psiquiat., v.20, p.1-16, 1962.

CAVINATTO, A.S.; PAGANINI, W.S. Os Microrganismos nas Atividades de Disposição de Esgotos no Solo – Estudo de Caso. Eng. Sanit. Ambient., v.12, n.1, p.42-51, jan./mar. 2007.

CENTERS FOR DISEASES CONTROL - CDC. Recommendations of the International Task Force for Disease Eradication (ITFDE). MMWR, v.42, p.1-25, 1993.

CHAN, M.S. The global burden of intestinal nematode infections – Fifty years on. Parasitol Today, v.13, p.438–443, 1997.



CHIEFFI, P.P.; AMATO NETO, V. Vermes, Verminoses e a Saúde Pública. Ciências e Cultura. v.55, n.1, p.41-43, jan./mar 2003.

CIMERMAN, B.; CIMERMAN, S. Parasitologia Humana e seus fundamentos gerais. São Paulo: Atheneu, 2002. 375 p.

COELHO, L.M.P.S. et al. Detecção de formas transmissíveis de enteroparasitas na água e nas hortaliças consumidas em comunidades escolares de Sorocaba, São Paulo, Brasil. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., São Paulo, v.34, n.5, p.479-482, 2001.

COELHO, W.A.C. Larvas de ancilostomatídeos em diferentes Ambientes do estado do Rio Grande do Norte. Caatinga, v.20, n.3, p.80-82, jul./set. 2007.

CORT, W.W.; OTTO, G.F.; SPINDLER, L. A. Studies on Ascaris in Virginia. A preliminary report. South med. J., v.7, p.608-614, 1929.

FAUST, E.C; RUSSELL, P.F; JUNG, R.C. Parasitologia Clínica. 8th. Barcelona: Salvat, 1974. 888p.

FLEURY, U.M. et al. High Prevalence of Calcified Silent Neurocysticercosis in a Rural Village of Mexico. Neuroepidemiology, v.22, n.2, p.139-145, 2003.



FURNESS, B. W.; BEACH, M. J.; ROBERTS, J. M. Giardiasis surveillance: United States, 1992-1997. MMWR, v.49, p.1-13, 2000.

GUIMARÃES, A.M. et al. Ovos de *Toxocara* sp. e larvas de *Ancylostoma* sp em praça pública de Lavras, MG. Rev. Saúde Pública, v.39, n.2, p.293-295, 2005.

HOFFMAN, W.A; PONS, J.A.; JANER, J.L. The sedimentation-concentration method in schistosomiasis mansoni. J Publ Health, v.9, p.281-298, 1934.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. População recenseada e estimada em 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.com.br>. Acesso em: 04 jun. 2020.

JESUS, A.S.; LOPES, L.M. Geomorfologia da alta bacia do rio das Antas, Anápolis (GO) e a ocorrência de processos erosivos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA/REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6, 2006, Goiânia, 2006.

JESUS, A.S. et al. Caracterização Física e Mineralógica da Voçoroca Contorno em Anápolis (GO). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 8, 2008, São



Paulo. 2008.

MINENOA, T.; AVERY, M.A. Giardíase: progressos recentes na quimioterapia e desenvolvimento de medicamentos. *Curr Pharm Des*, v.9, p.841-855, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Nacional de Saúde. Projeto para o controle do complexo teníase/cisticercose no Brasil. Brasília, DF. 1996. 53p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Plano Nacional de Vigilância e Controle das Enteroparasitoses. Brasília-DF, 2005.

MONTEIRO, C.A. Velhos e novos males da saúde no Brasil – A evolução do País e de suas doenças. São Paulo: Hucitec, 1995. 139p.

NASH T.E. et al. Treatment of patients with refractory giardiasis. *Clin Infect Dis*, v.32, p.22-28, 2001.

NEVES, D.P. et al. *Parasitologia Humana*. 11. ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2005. p.485-495.

NUNES, C.M. et al. Ocorrência de larva migrans na areia de áreas de lazer das escolas municipais de ensino infantil, Araçatuba, SP, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v.34, n.6, p.656-



658, 2000.

OLIVEIRA, C.B.; SILVA, A.S.; MONTEIRO, S.G. Ocorrência de parasitas em solos de praças infantis nas creches municipais de Santa Maria – RS, Brasil. Revista da FZVA, v.14, n.1, p. 174-179, 2007.

PEDRO, R.J.; RAMOS, M.C.; BRANCHINI, M.L.M. Parasitoses intestinais (I) – Aspectos clínicos. In: AMATO NETO, V.; BALDY, J. L. S. Doenças Transmissíveis. São Paulo: Sarvier, 1989. p.663-680.

PESSÔA, S.B.; MARTINS, A.V. Superfamília Rhabdiasoidea - Strongyloides stercoralis e estrogiloidose. In: Parasitologia Médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p.507-515.

PILLAI, D.R.; KAIN, K.C. Common Intestinal Parasites. Curr Treat Opt Infect Dis, v.5, p.207–217, 2003.

SILVA, J.P.; MARZOCHI, M.C.A.; SANTOS, E.C.L. Avaliação da Contaminação Experimental de Areias de Praias por Enteroparasitas. Pesquisa de Ovos de Helminthos. Cad. de Saúde Pública, v.7, n.1, p.90-99, jan./mar. 1991.

SILVA, N.R. et al. Soil-Transmitted Helminth Infections: Updating the Global Picture. Trends Parasitol, v.19, n.12,



p.547-551, dez. 2003.

SOUZA, T.G.S. et al. Ocorrência de larvas de *Ancylostoma* sp na areia de áreas de lazer de praças públicas no município de Juiz de Fora, MG, Brasil. HU Revista, Juiz de Fora, v.34, n.2, p.123-125, abr./jun. 2008.

SOUZA, F.D.; MAMEDE-NASCIMENTO, T.L.; SANTOS, C.S. Encontro de ovos e larvas de helmintos no solo de praças públicas na zona sul da cidade do Rio de Janeiro. Revista de Patologia Tropical, v. 36, n.3, p. 247-253, set./dez. 2007.

ROCHA, R.A. et al. Recuperação de larvas infectantes de *Trichostrongylus colubriformis* em três espécies de gramíneas contaminadas no verão. Rev. Bras. Parasit. Vet., Rio de Janeiro, v.17, n.4, p.227-234, 2008.

RUGAI, E.; MATTOS, T.; BRISOLA, A. Nova técnica para isolar larvas de nematóides das fezes - modificação do método de Baermann. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.14, n.5-8, 1954.

SCHNEIDER, R.K.; ROBINSON, M.J.; LEVENSON, J.L. Psychiatric presentations of non-HIV infectious diseases. The Psych Clinics, p.1-15, 2002.



FERREIRA, U.M.; FERREIRA, C.S; MONTEIRO, C.A. Tendência secular das parasitoses intestinais na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). Rev. Saúde Pública, v.34, n. Supl. 6, p.73-82, 2000.

TAKAYANAGUI, O.M.; JARDIM, E. Aspectos clínicos da neurocisticercose: análise de 500 casos. Arq. Neuro-Psiquiat, v.41, n.50-63, 1983.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Fiscalização de hortas produtoras de verduras no município de Ribeirão Preto, SP. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., v.33, n.2, p.169-174, mar./abr. 2000.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Fiscalização de verduras comercializadas no município de Ribeirão Preto, SP. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., v.34, n.1, p.37-41, jan./feb. 2001.

TEIXEIRA, L. L. F.M.; OLIVEIRA, S. N.; LACERDA, H. Erosões no bairro Polocentro em Anápolis (GO): Cadastramento e relações com as formas de relevo e uso da terra. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEG, 3, 2005, Anápolis. 2005.

TERRA-BUSTAMANTE, V.C. et al. Cognitive performance of patients with mesial temporal lobe epilepsy and incidental calcified neurocysticercosis. J Neurol Neurosurg Psychiatry,



v.76, n.8, p.1080-1083, 2005.

THOMPSON, R.C.A.; LYMBERY, A.J.; MELONI, B.P. Genetic variation in *Giardia* Kunstler, 1882: taxonomic and epidemiological significance. *Protozool Abstracts*, v.14, p.1-28, 1990.

WALSH, J.A. Prevalence of *Entamoeba histolytica* infection. In: RAVDIN, J.I. (ed), *Amebiasis. Human infection by Entamoeba histolytica*. New York, John Wiley & Sons, 1988:93-105.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Report of a Consultation of Experts on Amebiasis. *Weekly Epidemiological Report of the World Health Organization*, v.72, p.97-99, 1997.

WILLIS, H.H. A simple levitation method for the detection of hookworm ova. *Med. J. Australia*, v.8, p.375-376, 1921.

VIEIRA, S. *Bioestatística: tópicos avançados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p.216.

YAMAGUTI, S. *Systema Helminthum*. London: IP, 1961. vol. III., parte I, 1260p.

ZAIDEN, M.F. et al. *Epidemiologia das parasitoses*

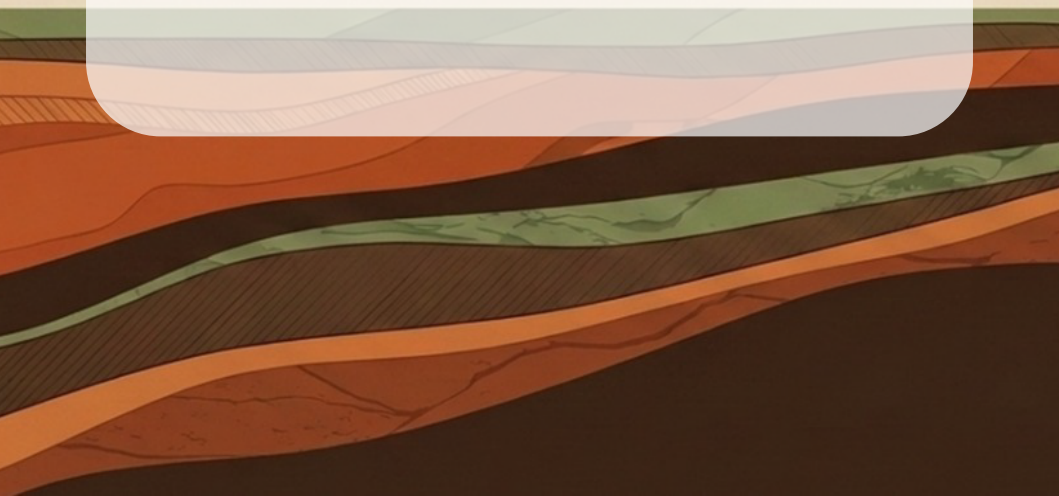


intestinais em crianças de creches de Rio Verde-Go.  
Medicina, Ribeirão Preto, v.41, n.2, p.182-187, abr./jun.,  
2008.



# Capítulo 5

**ESTRUTURAÇÃO ECONÔMICA EM GOIÁS: O  
AGRONEGÓCIO E A RELAÇÃO COM O USO  
SOCIAL DO SOLO**



# ESTRUTURAÇÃO ECONÔMICA EM GOIÁS: O AGRONEGÓCIO E A RELAÇÃO COM O USO SOCIAL DO SOLO

Claitonei de Siqueira Santos

Ivo Monteiro Queiroz

**Resumo:** Historicamente a utilização do solo no país foi e ainda é permeada pelas desigualdades, latifúndio e poder das elites. Essa característica não foi diferente no plano regional. Vinculado às questões políticas mais amplas, mantiveram-se os privilégios para pequenos grupos, materializando a exclusão do direito ao uso social do solo, à posse e, posteriormente, à propriedade da terra para parcela considerável da população em âmbito nacional e regional. Tensionar as alterações no uso social do solo, em Goiás, desde as suas origens até a dinamização econômica dos anos 1970 é o que dá norte ao presente artigo. Para esse fim, indaga-se: como a dinamização econômica no setor rural provocou modificações nas relações sociais no campo



a partir da sistematização do agronegócio? Utilizando-se da pesquisa de cunho bibliográfico, de base metodológica teórico-descritivo-analítico, foi possível mostrar como a apropriação do solo foi se modificando ao longo da história de Goiás. Como resultado, ocasionou a exclusão de parcela da população camponesa do direito à posse, à propriedade da terra e ao uso social do solo.

**Palavras-chave:** Dinamização econômica. Goiás. Propriedade. Usos sociais do solo.

**Abstract:** Historically, land use in the country has been and still is permeated by inequalities, latifundia and elite power. This characteristic was no different at regional level. Linked to broader political issues, privileges were maintained for small groups, materialising the exclusion of the right to social land use, possession and, later, ownership of land for a considerable portion of the population at national and regional level. This article focuses on the changes in the social use of land in Goiás, from its origins to the economic



dynamism of the 1970s. To this end, the question is: how has economic dynamism in the rural sector led to changes in social relations in the countryside since the systematisation of agribusiness? Using bibliographical research with a theoretical-descriptive-analytical methodological basis, it was possible to show how land appropriation has changed throughout the history of Goiás. As a result, it has led to the exclusion of part of the peasant population from the right to possession, land ownership and the social use of the soil.

**Keywords:** Economic dynamisation. Goiás. Property. Social uses of land.

## INTRODUÇÃO

A primeira questão a ser salientada é a da própria terminologia uso social do solo. Vinculado à perspectiva do direito, o termo pode parecer novo e, por conta disso, expressar uma espécie de anacronismo. No entanto, está associado à noção de Usucapião. Conforme o novo Código



de Processo Civil – CPC, Lei nº 13.105/15 (Brasil, 2015), o termo se configura como forma de aquisição de propriedade móvel ou imóvel pela posse prolongada e ininterrupta, durante o prazo legal estabelecido para a prescrição aquisitiva, suas espécies, requisitos necessários e causas impeditivas. O conceito, surgido na Roma Antiga com as leis das XII tábuas, tem uma definição muito específica no campo do direito.

Essa definição auxilia como ponto de partida para se pensar a aquisição de propriedade móvel ou imóvel pela posse prolongada e ininterrupta, como ponto de partida elementar e essencial para a reprodução das condições materiais de existência dos grupos sociais indistintamente. Nessa direção, o uso social (do solo) assume uma conotação histórica e muito mais ampla do que a posse e se relaciona com todos os membros de uma formação social: indígenas, negros e brancos. As disputas pela ocupação de uma região, seu uso ou a utilização do solo foi instrumento sempre presente na história dos povos antigos como também dos modernos.



A disputa pelo uso do solo marcou a história das comunidades tradicionais africanas. Foi também responsável pela expansão dos povos europeus a outras regiões, alargando significativamente a compreensão que se tinha até então do planeta com a inserção de novos continentes, dentre eles a América Latina, na qual o Brasil se localiza; gerou, posteriormente, conflitos de proporções catastróficos em parte significativa do continente europeu com a denominada era da guerra total em que se imaginava o fim do mundo.

Não foi o fim da humanidade, embora houvesse momentos, no curso dos 31 anos de conflito mundial, entre a declaração de guerra austríaca à Sérvia, a 28 de junho de 1914, e a rendição incondicional do Japão, a 14 de agosto de 1945 – quatro dias após a explosão de primeira bomba nuclear –, em o fim de considerável proporção da raça humana não pareceu muito distante (Hobsbawm, 1995, p. 30).



Com os europeus de Portugal instalados no território brasileiro, os conflitos foram inevitáveis. Nessa direção, Ribeiro (2015) destaca que a história do Brasil está banhada em sangue e querelas. Ainda assim, os conchavos no campo político foram minando as disputas e forjando ao longo do desenrolar da história outra memória de empréstimo, no sentido destacado por Halbwachs (2003), como aquela que é contada aos grupos sociais e estes as reproduzem como se tivessem vivido e vivenciado a situação quando elas ocorreram.

Nessa direção, foi se forjando a ideia de povo ordeiro, disciplinado que acredita nas ações do estado como algo isonômico. A Lei n. 601 de 1850 (Brasil, 1850), conhecida como Lei de terras, entrou nesse contexto de isonomia, mas retirou dos escravizados, “libertos”, coincidentemente, 38 anos depois da sua promulgação, a possibilidade de utilização do solo em condições de igualdade, por um lado; pois, a partir da referida lei, para a utilização do solo, era necessário a sua compra. Por outro lado, aqueles que haviam ganhado o direito de posse passaram a lutar pelo direito de



propriedade.

Portanto, no Brasil, as disputas, principalmente nos centros mais desenvolvidos foram minadas. Em Goiás, elas pouco ocorreram e configurou formas de apropriação distintas. Ainda que as terras fossem devolutas, sendo concedida pela coroa portuguesa a título de posse e não de propriedade, o critério adotado não foi o de uso social, mas o de prestígio social, no qual o aspecto econômico era o elemento de distinção e o critério para se receber um quinhão de terra.

Cabe salientar que Goiás entrou para a história propriamente dita ou politicamente correta com a descoberta do ouro em 1722 e isso atraiu rapidamente para o planalto central levas de pessoas. Na história moderna, poucos acontecimentos históricos se apresentam com semelhante dinamismo “populacional da descoberta de ouro em uma terra nova. Populações inteiras acorrem, sugadas por essa área ciclônica, dando lugar, em pequeno lapso de tempo, a modificações profundas em todos os aspectos de desenvolvimento nacional” (Palacin, 1994, p. 13).



Esse dinamismo, associado à característica de Goiás como região de fronteira aberta, somada a longa extensão de terras de norte a sul é que foi se estabelecendo uma ocupação peculiar e bastante diferenciada daquela que ocorria no restante do país, mas em constante diálogo com este. Isso possibilitou algumas semelhanças com o processo nacional e, em tempo oportuno, também no estado de Goiás foi retirado o direito de acesso à terra para parcela da população. Daí, tensionar as alterações no uso social do solo em Goiás desde as suas origens até a dinamização econômica dos anos 1970 ser o que dá norte ao presente texto. Por conta disso, a questão central indaga: como a dinamização econômica no setor rural provocou modificações nas relações sociais no campo a partir da sistematização do agronegócio?

Ancorando-se na pesquisa bibliográfica, numa perspectiva metodológica teórico-descritivo-analítico, o texto examina o movimento de dinamização econômica, mas pensando a mesma na constante relação com as práticas sociais. Ao colocar em relevo elementos que auxiliam



pensar as relações econômicas com o uso social do solo, vai revelando um movimento pensado e articulado que se configurou em verdadeira precarização do trabalho no campo e a consequente exclusão de parcela da população campesina do direito à terra em Goiás.

O texto divide-se em duas partes. A primeira trabalha os aspectos históricos da ocupação de Goiás, mostrando como esta, em constante relação com a tríade mineração, pecuária e agricultura, foi preponderante para a manutenção das pessoas em Goiás, gerando ainda um tipo peculiar de utilização do solo. A segunda retrata a dinamização econômica em Goiás a partir da concepção de mecanização do campo, que resultou na lógica do agronegócio, isto é, a financeirização e mecanização da produção a partir dos anos 1970, sem, no entanto, fazer a separação com os períodos da pecuária e agricultura. Assim, busca mostrar como a dinamização econômica no campo gerou a exclusão de parcela da população do uso social do solo, sua posse e propriedade, imperando relações meramente mercadológica e impessoais entre produtor e



agregados.

## **ASPECTOS HISTÓRICOS: OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO E O USO SOCIAL DO SOLO EM GOIÁS**

Em relação à ocupação do território em Goiás, é lugar comum entre os autores que escreveram sobre a história regional, de que esta ocorreu após a descoberta dos veios auríferos no primeiro quartel do século XVIII. Estevam (2003) destaca que o ouro antecipou em um século o povoamento do território goiano. De tal modo, a mineração foi atividade de enorme importância e crucial para a ocupação, desenvolvimento e, conseqüentemente certa peculiaridade no tipo não somente de ocupação, mas também na forma e utilização do solo.

Contudo, isso não significa dizer que Goiás fosse de todo desconhecido, uma vez que as expedições de bandeirantes já haviam mapeado a região, primeiro à procura de índios para serem escravizados e levados a São Paulo. Posteriormente a essa atividade de apresamento,



conforme destacou Palacin e Moraes (2008), é que veio a necessidade do metal precioso e, junto com essa atividade, um conjunto de alterações na sua estrutura política, econômica e sociocultural.

De tal modo, considerando a pertinência da mineração, impossível desconsiderar sua importância para a história de Goiás, uma vez que, segundo Estevam (2003, p. 21), a descoberta do ouro em território goiano em 1722 “introduziu no cenário colonial um terceiro ‘eldorado’ depois de Minas Gerais (1696) e Mato Grosso (1719)”. O autor segue argumentando que “o território, até então ocupado unicamente por indígenas (goyases) e quase desconhecido, entrou para a história como as Minas dos Goyases. Portanto, a mineração tem um peso e relevância para o desenvolvimento histórico, político, econômico e sociocultural goiano.

Ainda assim, algumas controvérsias estão presentes e permeiam a história de Goiás a partir do desenvolvimento da mineração. O brilho do ouro, durante muito tempo ofuscou e turvou análises que se realizaram



acerca do desenvolvimento regional. Agricultura e a pecuária foram durante muito tempo esquecidas ante o brilho e o desejo de enriquecimento rápido gerado pela mineração, mas elas existiram e estiveram o tempo todo presente simultaneamente com a atividade aurífera. Ambas foram ainda cruciais para a fixação e permanência dos grupos sociais após o fim do ciclo aurífero em uma região tão distante do litoral brasileiro (Chaul, 2015).

Nas condições sumamente esboçadas, cabe salientar que fatores diversos levaram ao início da exploração de ouro em Goiás já no limiar do século XVIII. Contudo, importa muito mais “saber quem promoveu, quem realizou a ocupação e sob que condições se deu o povoamento da região” (Estevam, 2003, p. 21). E, nesse movimento, não se pode separar de um todo, as ações realizadas em âmbito regional com os acontecimentos ocorridos nas regiões mais desenvolvidas da colônia, uma vez que, “a formação e a transformação da colônia brasileira estiveram inseridas no mundo das relações coloniais e somente podem ser compreendidas pelo estudo dos mecanismos de acumulação



primitiva do Antigo Regime” (Estevam, 2003, p. 15).

A lógica de exploração do Antigo Regime esteve assentada na “dominação política, o exclusivo metropolitano e o trabalho compulsório, enquanto características fundamentais da gênese histórica moderna, constituíram os elementos essenciais da articulação colonial” (Estevam, 2003, p. 15, grifo do autor). Ainda que não seja trabalhada verticalmente no texto, cabe salientar que essas características não estiveram distantes da realidade goiana de início da mineração. No entanto, assumiu conotações distintas devido ao constante diálogo estabelecido com as peculiaridades contidas em uma região marcada pela longa extensão territorial, com fronteiras abertas e distante do litoral.

Foi se estabelecendo uma lógica própria de estruturação, organização, desenvolvimento e utilização do solo em Goiás, mas em constante relação com as bases coloniais. Assim, as condições de “precariedade” tão decantadas, ao longo do século XVIII e XIX, precisam ser lidas como uma lógica e ritmo próprio de desenvolvimento,



estruturação e organização política, econômica e sociocultural de uma região distante dos centros mais desenvolvidos da colônia.

Conforme destacou Chaul (2015), as condições de organização e desenvolvimento de Goiás não significou isolamento, atraso ou decadência da região goiana, mas sim um ritmo de estruturação próprio e perene, uma vez que as formações sociais não cessam o seu processo de constante mudança e transformação.

Ainda que a ideia do isolamento tenha perdurado por bom tempo na historiografia goiana, as ações em âmbito regional sempre estiveram em consonância com os interesses coloniais, jogando por terra a tão decantada ideia de isolamento, decadência, atraso que tanto imperou para Goiás em momentos distintos de sua história. Chaul (2015) destacou as categorias de decadência e atraso como sendo a face da mesma moeda, mas que teve peso distinto em cada período histórico e por conta disso, as categorias mencionadas mais aviltam, escamoteiam do que propriamente possibilitaram entender a história de Goiás a



partir de suas próprias características constitutivas.

A própria necessidade de descoberta do outro em Goiás se insere em contexto mais amplo. Isso pelo fato de que “as linhas estruturais da colônia brasileira estiveram atadas, em última instância, a tais determinantes”. Isto é, dominação política, exclusivo metropolitano e o trabalho compulsório. De tal modo, foi se estabelecendo “a forma de ocupação, a exploração de terras em grandes unidades agrícolas” (Estevam, 2003, p. 15), mas reservadas àqueles que detinham prestígio social em virtude de seu poder econômico e, posteriormente, do capital político. Assim sendo, a ideia de distinção já estava posta, bem como a do acúmulo, sendo essa lógica, a orientadora da busca pelo metal, e, com muito mais força para Goiás, pois na época do descobrimento das Minas dos Goyases, já existiam dois veios auríferos descobertos e sendo explorados, Minas Gerais e Mato Grosso.

Ante tal situação, a questão que se coloca é: qual o sentido ou necessidade de um terceiro “eldorado”? Nessa direção, se faz necessário retomar a questão que iniciamos



anteriormente, sobre quem promoveu, quem realizou a ocupação e sob que condições se deu o povoamento da região goiana.

Palacin (1994) enumera três razões imediatas que contribuíram para o descobrimento do ouro em Goiás. A primeira delas se assentou na necessidade de se encontrar um caminho por terra para se chegar a Cuiabá, dado às dificuldades de acesso e ao grande interesse da coroa lusitana na exploração do ouro. O segundo está associado ao que podemos chamar de “momento psicológico”, uma vez que a descoberta de ouro em Mato Grosso gerou a rememoração acerca de teorias antigas sobre os rumores de ouro na parte central da colônia. Por fim, o terceiro elemento está associado ao “momento político”. Isto é, as confusões geradas nos veios auríferos das Minas Gerais fizeram com que a coroa retirasse o direito de exploração dos descobridores daquelas minas, gerando ainda mais descontentamentos.

Os conflitos, denominados de ‘Guerra dos Emboabas’, perdurou durante décadas e isso dificultava o



aprimoramento na administração das minas, implicando diretamente na coleta dos impostos, resultando em prejuízo aos cofres lusitanos. Neste sentido, as possibilidades de expansão do território das Minas Gerais seria um alento aos problemas criados, pois, conforme Estevam (2003, p. 21), “a criação de um novo eixo mineiro seria a melhor respostas, vindo ao encontro dos interesses da Coroa e dos mineradores afastados das Minas Gerais” e inconformados com a decisão que retirava destes o direito de exploração pela primazia na descoberta dos veios auríferos.

Os eventos acima descritos fornecem indicação sobre a origem dos primeiros povoadores de Goiás e também dos interesses mais amplos que encamparam a necessidade da descoberta por novos veios auríferos no Planalto Central. Nessa direção, fatores diversos e de teor mais amplos estiveram presentes na gênese do processo de ocupação e fixação dos primeiros grupos em Goiás. Sem nenhuma dúvida, o ouro era o grande objetivo e este já havia sido alcançado. De tal modo, sem os interesses econômicos, políticos e socioculturais gerados após os primeiros



descobertos auríferos, o desejo por novas minas poderia ser adiado até que as lavras começassem a apresentar seus primeiros sinais de cansaço e, assim, adiar por um período significativo a ocupação do território goiano.

Estes eventos históricos tiveram grande importância na ocupação do território goiano. Isso pelo fato de que,

antes do descobrimento do ouro em Goiás inexistia modalidade produtiva no território que não fosse a dos silvícolas nativos. Mesmo as pequenas pastagens extensivas de gado surgiram com a mineração nos primeiros núcleos de assentamento; [...]. os pioneiros foram coloniais oriundos de São Paulo, servidos de escravaria que adentraram o território depois de expelidos das Minas Gerais pelos reinóis (Estevam, 2003, p. 23).

Em linhas gerais, estes foram os fatores históricos condicionantes na gênese do processo de ocupação regional.

Ainda que se tenha chegado para Goiás levas



de povoadores, cabe salientar que, ao contrário do que comumente se imagina, “o povoamento em Goiás, em função de sua enorme extensão territorial, deu-se de forma vagarosa e diversificada” (Estevam, 2003, p. 23), gerando bolsões populacionais por toda a extensão do território devido aos sucessivos veios auríferos que foram sendo descobertos, tanto na parte centro-sul como também na parte norte. Dada essa situação e a experiência em função dos acontecimentos nas Minas Gerais, logo de início a Coroa Portuguesa “sentiu a necessidade de aproximar-se com seu aparato administrativo” (Estevam, 2003, p. 23). Deste modo, deu-se origem a formação das primeiras estruturas e aparato de controle em Goiás.

Sob tais circunstâncias, a primeira consequência dessa preocupação da Coroa foi elevar as Minas dos Goyazes à condição de autônoma, separando esta da Capitania de São Paulo, no ano de 1750. Após essa medida, o próximo passo foi a delimitação oficial do território, cujas intenções explícitas eram as de colocar ordem em Goiás. A extensão do território tornou-se um dos grandes problemas a serem



enfrentados, pois os veios auríferos se disseminaram por uma longa faixa territorial e como o objetivo era a sua proteção, “os limites foram demarcados pelos grandes rios efetivando-se o represamento político de uma enorme superfície territorial” (Estevam, 2003, p. 23).

Nessa enorme superfície territorial, “compreendia ao norte as bacias do Tocantins/Araguaia e ao sul as bacias do Paranaíba/Grande e esteve caracterizado pela imensidão de terras de planalto e pela condição de fronteira aberta à penetração face a ausência de obstáculos naturais” (Estevam, 2003, p. 23), foi se formando um caleidoscópio populacional extremamente diverso e distinto entre os grupos do norte e os do centro-sul da Capitania de Goiás. Com o arrefecimento da mineração, a alternativa encontrada, principalmente para aqueles grupos que não conseguiram retornar para o litoral, foi intensificar a atividade de pecuária e agricultura. Devido às dificuldades encontradas em Goiás, a baixa lucratividade das minas, o valor elevado das mercadorias, muitos mineradores canalizaram parte de seus escravos para a pecuária e agricultura. Bertran (1978) destacou que estas



atividades antecederam a própria mineração em Goiás.

Cabe enfatizar que pecuária e agricultura sempre estiveram presentes na vida do povo goiano, mas conforme Chaul (2015), mantiveram-se ofuscadas ante o brilho, esplendor e o desejo de enriquecimento rápido que, geralmente, o ambiente nessas regiões provocam na mentalidade dos grupos sociais. Contudo, mineração, pecuária e agricultura possuem função crucial na constituição história de Goiás, cada uma com sua peculiaridade. O ouro foi importante, pois possibilitou a chegada de novos grupos e a montagem das primeiras estruturas econômicas, políticas e socioculturais. Apesar disso, foi a pecuária e agricultura que possibilitou a manutenção e sobretudo a fixação de parcela dos grupos sociais na nova terra e, sendo, parte importante na história goiana.

Nessa direção, pecuária e agricultura não podem ser vistas como atividades estanques na história goiana, visto que uma complementava a outra, mas cada qual com sua importância e significado conforme as etapas de desenvolvimento da sociedade goiana em cada momento



histórico (Chaul, 2015); elas demonstram ainda um tipo de utilização e relação com o solo. Foram responsáveis também pela formação das estruturas socioculturais e mentais dos grupos sociais que aqui permaneceram. Ambas geraram um modo de vida zen, peculiar a uma região tão distante, aos olhares alheios, do litoral brasileiro. Um modo de vida sertanejo no qual o tempo permitia a realização de outras atividades e não somente o trabalho compulsório.

Analisando esse modo de vida do povo goiano no século XIX, Paulo Bertran (2015) acertadamente acentuou que o modo de vida e as condições vivenciadas pelos goianos eram muito mais incompreendidos pelo olhar alheio, que distante e às avessas, julgava o modo de vida do goiano, mas sem realmente compreendê-lo com base na realidade vivenciada pelos grupos sociais que aqui estavam. Portanto, essas visões e interpretações do modo de ser sertanejo eram equivocadas e não propriamente sinônimo de pobreza, decadência ou atraso. Em tais condições, o universo sociocultural daquele que vê, sempre se constitui o elemento balizador do certo ou errado para se analisar a



condição do outro.

Diante de tal situação contraditória é preciso ter em mente que as formações sociais são plurais e que os grupos nelas inseridos se organizam a partir das condições objetivas e concretas presentes em cada realidade. Portanto, a desconsideração desses elementos gera equívocos, pois em boa parte dos casos se analisa a realidade alheia a partir dos condicionantes históricos em que se está inserido, tomando esses mesmos condicionantes como modelo e padrão a ser seguidos pelos demais.

A realidade goiana sofreu durante muito tempo de análises pejorativas e estereotipadas e a consequência desse olhar alheio pautado em uma lógica idealizada de organização e desenvolvimento foi a pecha de decadência e atraso, não somente econômico e político, mas sobretudo sociocultural, naquele contexto histórico de enormes transformações e mudanças, principalmente no continente europeu e norte americano, em que a ideia de progresso era colocada como único elemento possível para uma sociedade próspera. Todavia, a realidade goiana era a expressão da



contradição daquilo que era vivenciado em outros espaços e visto como ideal de organização a ser alcançado pelas formações sociais.

O desejo incontido acerca da ideia de modernidade e progresso presente na mentalidade de alguns analistas foi o que tornou impossível enxergar a pujança a partir de suas próprias bases constitutivas e seu tempo próprio de desenvolvimento presente na realidade goiana. O fascínio acerca do ideal de modernidade presente na mentalidade dos homens do século XIX e XX, foi o responsável por fixar o pensamento em uma região imaginada e não enxergar um Goiás que existia e se desenvolvia ao seu ritmo. Assim, o que imperava para a realidade goiana por meio da visão dos analistas era a de uma concepção negacionista.

Impossível para qualquer ‘bem pensante’ dos séculos XIX e XX aceitar na pobreza essa voluptuosidade, que foi – e em muitos lugares continua sendo – a marca indelével, o oculto desiderato não apenas da cultura goiana, mas de toda a nossa cultura sertaneja. Há povos avançadíssimos e agonizantes na Europa e



na América do Norte que tudo dariam para atingir aquele modo zen de vida que nós perdemos (Bertran, 2015, p. 11).

Todo esse modo de vida zen destacado acima, pelo autor, teria que perder sua condição frente as mudanças e avanços da modernidade, do progresso e, mesmo essas condições se alterando para Goiás, a pecha de decadência e atraso permaneceria como marca indelével para a realidade goiana.

Não obstante, esse modo de vida zen esteve intimamente relacionado às peculiaridades regionais. Isto é, à extensão territorial, às condições climáticas e sobretudo o tipo de relação que foi se estabelecendo com a utilização do solo. Devido à extensão territorial, o povoamento em Goiás foi sempre abaixo das necessidades regionais para a produção. Por outro lado, ainda que as terras melhores localizadas tivessem ficado nas mãos das famílias de maior prestígio, faltava mão de obra para explorá-las, obrigando muitos fazendeiros a estabelecer o sistema de parceria nos



processos produtivos, essa prática possibilitou a formação de pequenos grupos denominados de meeiros que arriscavam buscar a sorte nas regiões mais distantes da capitania na condição de posseiros, amealhando para si um quinhão de terra e ali iniciando uma nova vida com o pouco que havia conquistado com a antiga forma de trabalho.

Nesse processo, as relações de trabalho eram menos agressivas, pois não exigiam quantidades compulsórias de trabalho, o gado era criado solto, não exigindo uma estruturação e cuidados maiores para sua produtividade. A agricultura era, no dizer de Bertran (1978), de abastança, uma espécie de intermediário entre a economia de subsistência e aquela voltada para o mercado. Desse modo, o comércio existia, mas se vendia somente aquilo que não iria consumir. Meios de transportes para escoar a produção não existia e, assim, muitos fazendeiros preferiam deixar a produção apodrecer sem colher do que correr o risco de sua perda no processo de transporte.

As diversidades culturais, econômicas, geográficas em uma região extensa como Goiás eram enormes. Em tais



condições de diversidade, o tipo de prática acima descrita era mais comumente realizado na parte sul, sudeste e sudoeste. A força política concentrava-se na parte mais ao centro, especificamente na cidade de Goiás, antiga Vila Boa, capital do estado. A parte norte, por sua vez, se viu compelida, ainda muito cedo, dado a escassez precoce do ouro, primeiro naquela região, a se dedicar, principalmente, à criação de gado. O fluxo de ocupação populacional de ambas as regiões era diferente; a parte setentrional, foi ocupada por baianos, piauienses, paraenses, cearenses e maranhenses, enquanto a parte centro-sul, que foi povoado por um fluxo de mineiros e paulistas (Cavalcante, 1999).

Mais próximo do centro irradiador do capital, o centro e, especialmente, o sudeste goiano, viu, primeiro, o influxo da modernização, com a estrada de ferro, provocar alterações significativas que auxiliaram alavancar a produção agrícola. Fruto da concentração de capital e modernização econômica no sudeste do país, a expansão capitalista rumo ao centro/norte do Brasil atingiu mais fortemente o sudeste goiano, cujo grande interesse era o potencial agrícola já



destacado desde o século XIX. A partir desse influxo de modernização, a dinamização econômica dessas regiões do estado logo desaguou para o campo político. Foi justamente no seu bojo que surgiu as primeiras lideranças políticas capazes de questionar e fazer frente ao poderio político das oligarquias presentes na antiga capital do estado.

As mudanças no cenário político nacional que levou Getúlio Vargas ao poder, provocaram alterações significativas em Goiás. Pedro Ludovico Teixeira, médico e liderança política no sudoeste do estado foi escolhido interventor federal. Assim, a longa hegemonia das oligarquias concentradas na capital goiana foi rompida. Contudo, as disputas políticas não cessaram. Como consequência da revolução paulista de 1932, ficou estabelecido para maio de 1933, as eleições dos deputados que comporiam a Constituinte, e, para outubro de 1934, as eleições nos estados para os deputados federais e estaduais. As Assembleias estaduais elegeriam o presidente, os senadores e os governadores. Pedro Ludovico sagrou-se vencedor e a partir daí, a ideia de uma nova capital, a muito



decantada no imaginário de alguns políticos, foi retomada como o grande projeto para a dinamização econômica de Goiás. A construção de uma nova capital seria o mote para alavancar e estruturar o estado, política e economicamente.

As ideias de mudança da capital não era novidade. Em 1754, o governador Conde dos Arcos, destacava ao rei de Portugal as deficiências climáticas e a necessidade de mudança da capital de Vila Boa para Meia Ponte (atual Pirenópolis). Em 1830, Miguel Lino de Moraes, arguia sobre a mudança da capital para Água Quente por ser mais povoada e de comercio mais intenso. Couto Magalhães não poupou críticas à antiga capital. Em 1890, Rodolfo Gustavo da Paixão, presidente do estado à época, criticava acirradamente as condições sanitárias da velha capital (Chaul, 1988).

## **MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA: AS ALTERAÇÕES NO USO SOCIAL DO SOLO EM GOIÁS**

Diferentemente da ideia de estagnação durante



muito repisado pela historiografia goiana a partir do viés da decadência e do atraso, a reestruturação econômica em Goiás foi um processo longo, mas contínuo. Contudo, há de considerar que um salto significativo fora dado com o movimento da marcha para o oeste ao concretizar a “integração do estado no comércio nacional de mercadorias”. Outros acontecimentos auxiliaram na dinamização e fortaleceu o nível de articulação com o centro dinâmico do capital no país, tais como “a construção de Goiânia, o projeto de colonização, o surto migratório, a infraestrutura dos transportes e a implantação de Brasília” (Estevam, 2003, p. 125).

Todavia, esse processo gerou profundas mudanças no tipo de relações sociais que se estabeleceram concernente ao uso social do solo nas fazendas goianas. A utilização da tecnologia nos processos de produção agrícola foi gerando uma enorme concentração de terra nas mãos de poucos, e, em consequência, um excedente de mão de obra colocado na condição de trabalhos sazonais que, não resistindo essa condição, foram empurrados para os centros urbanos, em



constante crescimento, Goiânia, Brasília e o seu entorno sentiram os reflexos desse processo.

Em uma região de crescimento contínuo, mas geograficamente marcada pela distância dos principais centros econômicos do país, a dinâmica econômica tomou contornos peculiares. Em tais condições, a natureza da integração comercial de Goiás ao mercado nacional foi de dependência com o sudeste brasileiro. Ainda que o grau de articulação tenha sido intenso, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro eram os principais mercados para os produtos goianos. Mesmo assim, a balança comercial do estado era sempre negativa; superavit foi possível somente no final da década de 1960, momento em que as relações de produção no campo e utilização social do solo foi modificando com a mecanização da produção (Estevam, 2003).

Com as mudanças em curso, os efeitos na estrutura regional foram gritantes e extremamente significativos a partir da efetivação de uma malha de transportes que interligava a região goiana com o sudeste do país. A dinamização econômica foi sentida, principalmente nas



regiões contempladas com os trilhos da estrada de ferro. Anápolis se tornou um importante entreposto comercial, perdendo sua hegemonia a partir de 1951, quando os trilhos chegaram até a capital. Em pouco tempo, o entreposto comercial entre Goiânia e Anápolis rompia, paulatinamente, a preponderância econômica das cidades do Triângulo Mineiro.

No que diz respeito ao espaço, os efeitos dinâmicos da integração da economia de Goiás ao mercado nacional estiveram localizados nas regiões centro-sul do território goiano. “A característica sócio-econômica mais significativa – nas décadas de 1940 e 1950 – foi a intensa concentração populacional, produtiva, comercial na zona Mato Grosso de Goiás [MGG]” (Estevam, 2003, p. 131. Grifo nosso). Esta foi a região que mais se desenvolveu, contribuindo inclusive com a produção de café. “Nenhuma outra parcela do território goiano ostentou tamanho crescimento do número de municípios no período, embora o estado como um todo tenha se fragmentado passando de 77 municípios em 1950, para 179 em 1960” (Idem, *Ibidem*, p. 132).



Na parte centro e sul, o intenso povoamento de Goiás se deu a partir de dois fluxos ocupacionais: um composto por migrantes desprovidos de recursos, mas motivados pelo projeto de colonização federal; outro grupo era formado por aqueles que, providos de recursos, tinham como objetivo a obtenção de ganhos para produção no mercado. Para esse grupo, o grande atrativo era o valor ainda relativamente baixo das terras em Goiás. Assim, mesmo com poucos recursos era possível encontrar acomodação na fértil área do Mato Grosso Goiano. “Com a venda de terras na região de Patos de Minas, Estado de Minas Gerais, local de origem de migrantes, era possível comprar fazendas de até 5 vezes maiores na região de Diolândia no Mato Grosso de Goiás entre 1940 e 1950” (Brandão, 1976 apud Estevam, 2003, p. 131). Esse processo levou a aquisição de fazendas e a ocupação de uma população heterogênea na região.

A área cultivada na região do Mato Grosso Goiano ampliou bastante, com índices mais elevados do que a do próprio estado de Goiás. Em tais condições, o aumento da produtividade foi inevitável, mas esta ocorreu devido



à expansão territorial e não ao aumento dos rendimentos médios do cultivo. O que significa que a produtividade goiana ainda não havia sofrido os influxos dos avanços tecnológicos, aspecto essencial para a transformação da atividade em agronegócio e, conseqüentemente, alterações nas relações sociais de produção e uso social do solo.

A presença do agregado nas atividades cotidianas ainda era bastante intensa dado à característica técnica utilizada no processo de cultivo. “A agricultura goiana caracterizou-se pela utilização da prática tradicional com reduzida utilização de maquinário ou técnicas mais avançadas de cultivo. O setor valia-se da queimada para preparação do solo e dos mutirões de vizinhança nos momentos de maior urgência” (Estevam, 2003, p. 134). Em tais condições, o aumento da produtividade somente era possível com a ampliação da área produtiva, fator que incentivava a migração para a região. Simultaneamente, estabelecia formas distintas nas relações de produção e utilização do solo, na qual a interação era elemento essencial.

Essa característica começa a sofrer mudanças a



partir de 1950. Nesse período, ainda que de forma tímida, iniciou-se um processo de mecanização na agricultura em Goiás. Entretanto, cabe salientar que “o fenômeno não foi generalizado em todo o território goiano e sim concentrado na área centro-sul em propriedades de tamanho médio que, arcando com algumas possibilidades de financiamento e de intermediários cerealistas optaram pela utilização de algum maquinário” (Estevam, 2003, p. 134). Mesmo com a ampliação da área cultivada, a tradicional criação de gado não foi abandonada; as terras foram utilizadas para as duas modalidades de produção e, quando o solo enfraquecia devido à utilização na lavoura, a criação do gado era a alternativa imediata.

Percebe-se que mesmo com a ampliação da área cultivada e a implementação de mecanização na produção agrícola, esta ainda era incipiente e dependia de grande força de trabalho humano. Essa característica mantinha relações sociais de produção pautadas no mutualismo, na interação e, conseqüentemente, gerava utilização social do solo menos hierarquizada. Tanto que nesse cenário, “a tendência foi de



aumento no número de pequenas propriedades e diminuição no contingente de médias e grandes propriedades” (Estevam, 2003, p. 136). Tal processo, precisa ser relativizado, segundo o autor, pois ele ocorreu devido às grandes extensões de terras devolutas. Conseqüentemente, “o aumento no número de estabelecimentos deu-se mais pela ocupação de novas áreas do que pelo fracionamento dos grandes” (Estevam, 2003, p. 137).

Cabe enfatizar ainda que em se tratando da realidade fundiária goiana entre as décadas de 1940 e 1950 a ocupação do espaço se caracteriza como heterogêneo, uma vez que verifica-se dois tipos de estrutura agrária em Goiás: na parte norte, grandes propriedades cuja atividade principal era a “criação de gado, ainda circundadas de pequenas propriedades ocupadas por posseiros que cultivavam a própria subsistência e, no sul a existência da pequena e média propriedade convivendo com grandes fazendas voltadas quase exclusivamente para a bovinocultura” (Estevam, 2003, p. 138).

Assim, antes de alterações mais sistemáticas



nos processos produtivos no campo, pequenas e médias propriedades se articulavam com as grandes. No entanto, os avanços do grande capital nesse espaço, não permitiu a manutenção das pequenas e médias propriedades. Os processos de mecanização da produção agrícola concentraram nas grandes propriedades, beneficiadas com linhas de créditos mais vantajosas, puderam dinamizar a produção. Parcela significativa das pequenas e médias propriedades que não conseguiram acompanhar o impulso da modernização agrícola, aos poucos foram sendo anexadas às grandes propriedades, principalmente, na região mais desenvolvida do estado, o Mato Grosso Goiano.

Outro fator que contribuiu sobremaneira para as alterações no processo produtivo no campo foi a “consolidação de núcleos urbano-comerciais no centro-sul de Goiás e a ‘opção rodoviária’ engendrada pelo governo federal”. Essas medidas “foram responsáveis por modificações na ordem sócio-econômica regional” (Estevam, 2003, p. 142). A melhoria na infraestrutura de transportes dinamizou a relação, especialmente, do centro-



sul de Goiás com São Paulo, intensificando a integração com o comércio nacional de mercadorias. Essa integração gerou mudanças significativas tanto no setor agrário como no setor urbano-comercial, impactando sobremaneira as relações de trabalho no campo. O caminho para o agronegócio estava pavimentado.

Antes das alterações acima mencionadas, cabe destacar que na agricultura brasileira, de modo geral, as relações de trabalho guardavam certa proximidade com a terra. Isto é, “servido, pelo menos em parte, para garantia da reprodução familiar de trabalho. Com a maior proletarização da força de trabalho no campo a mão de obra rural passou a ser absorvida sazonalmente na agricultura inaugurando perversa forma de trabalho temporário”. A utilização social do solo já não era a mesma de antes; dificultada as possibilidades de reprodução das condições materiais de existência no campo, a alternativa encontrada para muitas famílias era o trabalho sazonal no campo ou a migração para os centros urbanos em constante crescimento, Goiânia e o entorno de Brasília se constituíam importantes pontos



de interesse.

As alterações ocorridas na agricultura, fruto dos processos de modernização da produção foi paulatinamente provocando mudanças significativas nas relações sociais de produção. Cabe destacar, ainda que em linhas gerais, que o financiamento estatal foi o grande responsável para a intensificação da mecanização do campo e o incremento da indústria de máquinas pesadas. Programas de governo em âmbito estadual e federal foram elaborados com o objetivo de dinamizar economicamente o Centro-Oeste e Norte do país.

A parte norte foi incluída no contexto da Amazônia Legal com planejamento específico por meio de programas do governo federal a partir da década de 1960. O centro-sul foi alvo de atenção a partir de agenda especial para terras do cerrado. Criou-se uma Comissão de Desenvolvimento do Centro-Oeste, posteriormente transformada em SUDECO (Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste). Em 1965 a SUDAM (Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia), foi criada e assumiu parte da área de



responsabilidade da SUDECO.

Alguns desses programas com foco central para o grande proprietário de terra e não os pequenos e médios. De tal modo, o estado brasileiro acelerou a concentração fundiária e, assim, foi se estabelecendo uma verdadeira divisão de classes sociais no campo pautadas pelas relações monetárias e impessoais entre os proprietários e os trabalhadores rurais.

Nos programas governamentais eram estabelecidos os corredores de desenvolvimentos que deveriam receber atenção e grande soma de investimentos. Em relação à Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), dos 626 projetos, 215 no estado do Mato Grosso enquanto 53 em Goiás, “cujo tamanho médio das propriedades era de cerca de 21 mil hectares, em alguns casos ultrapassando o exorbitante tamanho de 100 mil hectares” (Neto et al, 1994 apud Estevam, 2003, p. 154). Os objetivos de favorecer os grandes proprietários de terras foram explícitos.

Concordando com Estevam (2003), sem o auxílio



do estado, o desenvolvimento dessas regiões jamais teriam ocorrido em tão curto espaço de tempo. “A tendência foi o desenvolvimento de um modelo empresarial de exploração agropecuária com novas formas de uso do solo, de relações de trabalho e atrofiamento da atividade rural de subsistência” (Estevam, 2003, p. 155). Parte dos recursos dos projetos foram destinados ao setor industrial de transformação, frigoríficos, mineração, usina de álcool e laticínios.

Nas grandes propriedades, a mecanização da produção era sentida com muito mais força; o crédito rural foi o segmento básico utilizado para favorecer a modernização e fortalecer de maneira rápida o processo de capitalização no campo. O sistema de crédito utilizado facilitava para o latifúndio a aquisição de maquinário pesado. “A participação do crédito no produto bruto da agricultura do Centro-Oeste ostentou curva fortemente ascendente: em 1969 era de 23,4% e em 1976 já atingia 94,7%” (Estevam, 2003, p. 159). Mais do que o triplo de elevação em um intervalo de sete anos. Assim, o estímulo financeiro estatal ao setor agropecuário foi decisivo em



favor dos grandes proprietários de terras.

Em Goiás, de forma semelhante ao processo nacional, cabe destacar que “parte relevante do número de propostas foi apresentada por pequenos produtores, porém, algumas condições impostas para obtenção de financiamento favoreceram reivindicações apresentada por grandes produtores” (Estevam, 2003, p. 160-161). Em primeiro lugar, pelo fato de que a terra era a condição dada como garantia para o acesso às linhas de crédito; segundo a tendência dos bancos em selecionar sua clientela devido ao nível de risco; por último, os bancos optaram por não pulverizar o crédito. Isto é, conceder grande soma de investimentos, mas em número menor de credores. Assim, a soma de recursos concedido aos pequenos era infinitamente menor.

Ao favorecer os grandes proprietários, conforme já destacado, tal modernização concentrada e assistida nas mãos de poucos favoreceu a implementação de novas relações de trabalho e o surgimento outras categorias de trabalhadores sazonais, diaristas, por tarefa (empreitada)



e, em decorrência desta fragmentação, relações meramente monetárias e impessoais entre produtor e uma leva de trabalhadores volantes. O resultado foi o desaparecimento da figura do agregado, posseiro, meeiro cujas relações de trabalho baseava-se na interação, reciprocidade tendo a terra como central para a reprodução das condições materiais de existência; a precarização do trabalho a partir da formação de uma massa de mão de obra desocupada no campo, sujeita a trabalhos temporários, sazonais e sem as mínimas garantias trabalhistas.

O que se percebe nesse processo de mecanização do campo é, de um lado, a omissão do estado para com os médios e pequenos produtores, uma vez que os programas de dinamização do campo tiveram como objetivo os grandes proprietários, deixando os demais à mercê da própria sorte. De outro lado, por ter sido uma omissão assistida, concentrada e direcionada pelo estado para atender os grandes. “O financiamento estatal intensificou a mecanização no campo e incrementou a indústria de máquinas para o setor rural”. A atuação consciente e planejada do estado, “quer



pelo investimento em infraestrutura econômica quer via estímulos fiscais e financeiros, foi decisiva para a ocupação de áreas no planalto central do país principalmente a partir de 1970” (Estevam, 2003, p. 160-161).

Ocupação ocorrida de forma desigual devido ao modelo de financiamento estatal adotado, tendo como foco central a grande propriedade. Em uma só tacada, o estado concentrou o latifúndio e relegou parcela considerável de trabalhadores rurais a condição de precarização. A sazonalidade no emprego da mão de obra no campo, isto é, forma de trabalho temporário e sem as garantias legais, juntamente com o “aumento do capital fixo nas atividades rurais repercutiram na dinamização do trabalho vindo transferindo para o sistema de máquinas (trabalho morto) algumas importantes tarefas antes desempenhadas pelos trabalhadores” (Estevam, 2003, p. 172).

O padrão tecnológico que circunda os complexos agroindustriais e os conglomerados de capitais disseminou um sistema poupador de trabalho vivo e que exigia cada vez mais somas vultosas de investimento visando à aceleração



dos processos produtivos. De um lado, tais condições gera redução dos postos de trabalho, assim como do valor do salário nos custos direto da produção, de outro, salienta a necessidade cada vez maior de se investir no progresso técnico em relação ao custo da mão de obra (Estevam, 2003). O resultado desse processo era o aumento do desemprego no campo e o estabelecimento de relações meramente monetárias e impessoal.

Conforme Estevam (2003), três categorias de trabalhadores surgiram desse processo de industrialização agrícola. Isto é, a mão de obra familiar, composta pelos pequenos proprietários e posseiros, mão de obra volante, aqueles destituídos de propriedade ou posse da terra e, por fim, a mão de obra qualificada que atendia aos complexos agroindustriais. Como “os pequenos produtores estiveram inviabilizados de ingresso e competitividade no esquema da moderna agricultura; [...]. Assim, posseiros e minifundistas passaram a oferecer sazonalmente sua força de trabalho aos grandes empreendimentos rurais” (Estevam, 2003, p. 173).

Logo, essa força de trabalho familiar seria



superada quantitativamente pela mão de obra volante. Mais interessante e lucrativa para o grande produtor, pois ao trabalharem em regime de empreitada, não eram reconhecidas pelo Estatuto do Trabalhador Rural como uma relação de emprego. Contudo, face aos processos de modernização na agricultura, foram os minifúndios que contribuíram para uma expansão vertiginosa dos trabalhadores temporários. Assim, a figura do agregado foi se tornando cada vez mais rara. “A modificação nas relações de trabalho provocou nítida diferenciação social no campo, mesclando elementos da organização anterior [tradicional] com elementos da ordem moderna” (Estevam, 2003, p. 176).

As modificações no campo, fruto da mecanização, foram intensas e atingiram os mais variados tipos e categorias de produtores. A fazenda de outrora, lugar de criação de gado, convivência, subsistência e lealdade “reestruturou-se numa organização de classes, rompendo tradicionais relações de parceria; agregado e retireiros perderam autonomia no processo produtivo não dispendo mais de instrumentos de trabalho tampouco de acesso a



terras apropriadas ao cultivo facilitado” (Estevam, 2003, p. 177).

Em tais condições, com muito mais força, foi se estabelecendo relações meramente monetárias e impessoais no campo. Porém, mesclada por avanços e retrocessos, integrando e excluindo categorias produtivas, mas sem condições de revolucionar como um todo a organização produtiva, manteve inseparável trabalhadores dos meios de produção. Assim, se formou um mosaico populacional no espaço rural goiano dado à heterogeneidade dos agentes produtores; “as empresas agrícolas e agroindustriais constituíram relações de produção avançadas e puramente capitalistas enquanto os produtores menores tiveram que moldar-se à nova ordem dentro de limitadas possibilidades” (Estevam, 2003, p.179).

Portanto, o espaço rural goiano constituído a partir de características heterogêneas, no qual, de um lado, o grande proprietário com práticas produtivas extremamente mecanizadas, modernas e voltada para o mercado externo e, de outro, uma leva de pequenos produtores mesclando



elementos novos, fruto do processo de modernização no campo, com práticas arcaicas pautadas na tradição familiar e voltada para a subsistência e complementação da renda. Com a dinamização econômica, a fazenda goiana deixou de ser lugar de morar, plantar, conviver e socializar, sinais de que os tempos estavam mudando e, rápido ou lentamente, a composição social do campo em Goiás se alterava.

## **CONSIDERAÇÕES**

À guisa de conclusão, cabe ponderar em primeiro lugar uma questão, embora se tenha utilizado no texto as categorias de “pequeno” e “grande” produtor rural, reconhece-se que estas não são definições muito simples, pois os critérios podem se alterar conforme o contexto regional, a estrutura de organização em função das condições objetivas e concretas em que se esteja inserido. Em função dessas mesmas condições, entende-se que o grande produtor é aquele que adquiriu as condições necessárias para maximizar a exploração, não unicamente pelo



tamanho da propriedade, mas sobretudo a predisposição e a capacidade de realizar a incorporação de técnicas e capitais no empreendimento.

Essa predisposição e capacidade foi crucial para que as mudanças nas relações sociais de produção no campo fossem geradas. Por mais que elas tenham sido induzidas, assistidas e financiada pelo estado, entende-se que assumir tal postura e todo o risco que ela encampa exige não somente o interesse ou coragem, como se queira, para arriscar, mas também uma mudança de habitus, no sentido cultural, o que envolve práticas sociais arraigadas, formas de trabalho e de compreensão da utilização social do solo há muito consolidadas e que precisavam, ao menos segundo os interesses do capital, ser modificadas.

Assumir relações exageradamente monetárias e impessoais não se constitui atividade das mais simples ou que se cultiva em curto espaço de tempo se não houver a ação planejada, assistida e determinada pelo estado, cujo objetivo é o favorecimento de uns em detrimento de outros para obtenção cada vez mais desenfreada de capital. A



frieza e impessoalidade das relações monetárias relegou a poucos o direito do uso social do solo e gerou uma massa faminta e extremamente explorada no campo.

É nítido que as ações e programas do estado foram cruciais para a dinamização das relações capitalistas no campo. O financiamento estatal além de intensificar o processo de mecanização e incrementar a indústria de máquinas pesadas no setor rural, foi responsável também pela exclusão de muitos ao direito do uso social do solo, das mudanças nas relações de trabalho que imperou a partir de então. A precarização no trabalho rural, a sazonalidade e as novas categorias de trabalhadores precarizados foram fruto desse processo, assim como a mudança de mentalidade de parcela significativa de produtores rurais que aos poucos contribuíram para a manutenção das alterações na composição social e nas relações estabelecidas.



## REFERÊNCIAS

BERTRAN, P. O olhar alheio e o próprio umbigo. In: CHUAL, Nars Fayad. Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade. Prefácio. 4. ed. Goiânia: UFG, 2015. 293p.

BERTRAN, P. Formação econômica de Goiás. Goiânia: Oriente, 1978. 160p.

BRASIL. Código de Processo Civil. Lei 13.105 de 16 de março de 2015.

BRASIL. Lei nº 601 de 18 de setembro de 1850.

CAVALCANTE, M.E.S.R. Tocantins: o movimento separatista do norte de Goiás, 1821-1988. São Paulo: Anita Garibaldi, 1999. 160p.

CHAUL, N.N.F. Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade. 4. ed. Goiânia: UFG, 2015. 293p.

CHAUL, N.N.F. A construção de Goiânia e a transferência da capital. Goiânia: UFG, 1988. ....p.

ESTEVAM, L. O tempo da transformação: estrutura e



dinâmica da formação econômica de Goiás. 2 ed. Goiânia: Editora da UCG, 2003. 238p.

HALBWACHS, M. A memória coletiva. Tradução de Beatriz Sidou. São Paulo: Centauro, 2003. 224p.

HOBBSAWM, E. A era da guerra total. In: Era dos extremos: o breve século XX, 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. p. 29-60.

PALACIN, L. O século do ouro em Goiás: 1722-1822, estrutura e conjuntura numa capitania de minas. 4. ed. Goiânia: UCG, 1994. 150p.

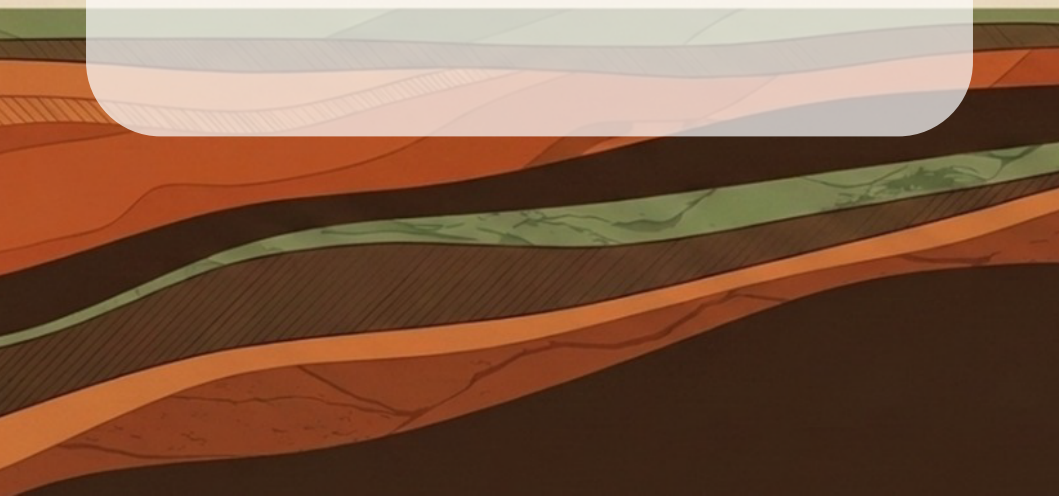
PALACIN, L; MORAES, M.A.S. História de Goiás. 7. ed. Goiânia-GO: Vieira, 2008. 181p.

RIBEIRO, D. O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil. São Paulo: Global, 2015. 368p.



# Capítulo 6

## **A BIOMASSA RESIDUAL ORGÂNICA: A DIFÍCIL TRANSIÇÃO DE RESÍDUOS PARA RECURSOS**



# A BIOMASSA RESIDUAL ORGÂNICA: A DIFÍCIL TRANSIÇÃO DE RESÍDUOS PARA RECURSOS

Daniel Prieto-Sánchez

Cícero Augusto Prudêncio Pimenteira

**Resumo:** A biomassa residual orgânica pode se constituir como um recurso estratégico nos processos públicos e comunitários de aproveitamento e valorização energética dos resíduos sólidos urbanos. Essa biomassa supera o 52% da composição total dos resíduos produzidos na América Latina e o Caribe, aliás, está composta maioritariamente pelas perdas e desperdícios de alimentos que são coletados, transportados e depositados diariamente em lixões a céu aberto ou aterros sanitários operados pelos prestadores do serviço municipal de limpeza. Essa dinâmica urbana e rural é uma das expressões da ruptura do metabolismo social subordinado ao capital – ruptura metabólica – e, portanto, contribui com a degradação de ecossistemas e a qualidade



de vida das comunidades próximas dessas infraestruturas de disposição final. Em outras palavras, trata-se da manifestação palpável da crise ecológica global pelos resíduos e a poluição. Diante disso, esse capítulo examina o caso colombiano para conduzir uma reflexão crítica sobre as implicações sociais, ambientais e econômicas da geração massiva de biomassa residual e os potenciais benefícios do seu aproveitamento sob os termos da transição energética para uma ‘economia circular’. Desta forma, se ressaltam as possibilidades de produção de bioenergia renovável e a produção de adubos orgânicos com o potencial para serem utilizados tanto na restauração ecológica de solos, quanto na produção de alimentos orgânicos, saudáveis e livres de agrotóxicos. Assim, através de uma pesquisa bibliográfica e documental, esse capítulo aporta elementos básicos para a discussão sobre os aspectos conflitivos, institucionais e benéficos do aproveitamento e a valorização energética da biomassa residual orgânica no Sul Global.

**Palavras-chave:** Aproveitamento; Biomassa; Metabolismo



Social; Política Pública; Resíduo Orgânico.

**Abstract:** Residual organic biomass can be a strategic resource in public and community processes for the use and energy recovery of urban solid waste. This biomass accounts for more than 52% of the total composition of waste produced in Latin America and the Caribbean and is mainly made up of food loss and waste that is collected, transported, and deposited daily in open dumps or landfills operated by municipal cleaning services providers. This urban and rural dynamic is one of the expressions of the breakdown of social metabolism subordinated to capital – metabolic rift – and therefore contributes to the degradation of ecosystems and the quality of life of communities close to these waste management infrastructures. In other words, it is the tangible manifestation of the global ecological crisis through waste and pollution. This chapter examines the Colombian case to critically reflect on the social, environmental, and economic implications of the massive generation of waste biomass and the potential benefits of its



use in terms of the energy transition to a ‘circular economy’. As a result, there are possibilities to produce renewable bioenergy and the production of organic fertilizers with the potential to be used both in the ecological restoration of soils and in the production of healthy, agrotoxic-free organic food. Thus, through bibliographical and documentary research, this chapter provides basic elements for the discussion on the conflicting, institutional, and beneficial aspects of the use and energy recovery of organic waste biomass in the Global South.

**Keywords:** Biomass; Social Metabolism; Public Policy; Recovery; Organic Waste.

## INTRODUÇÃO

O antigo problema da gestão dos resíduos sólidos (GRS) é um dos maiores desafios no Sul Global. Aterros sanitários, vazadouros e lixões a céu aberto têm sido instalados de maneira arbitrária, anticientífica e pouco



técnica em diferentes territórios periurbanos e rurais dos municípios e regiões metropolitanas. O impacto da GRS não se limita apenas aos locais de operação, pois a geração de líquidos lixiviados, a criação de vetores e a emissão de gases de efeito estufa (GEE) podem alterar os ciclos ecológicos, os processos produtivos e a qualidade de vida de numerosas comunidades, principalmente, daquelas que habitam nas áreas mais próximas.

Esses sítios de disposição final respondem a um modelo hegemônico de GRS baseado numa economia linear caracterizada pela reprodução de padrões de produção, consumo e descarte sob o capital que desequilibram os intercâmbios orgânicos entre a humanidade e a natureza, e em consequência, gerando uma ruptura metabólica que aprofunda a crise ecológica planetária pela perda da biodiversidade, a mudança climática e a poluição. A crise pelos resíduos possui uma dupla dimensão qualitativa e quantitativa que se caracteriza tanto pela massiva geração de resíduos complexos, quanto pela disposição de milhares de toneladas de resíduos desaproveitados e desvalorizados



em numerosos locais de disposição final.

Na América Latina e o Caribe (LAC), essa crise transformou paisagens rurais em cenários tóxicos e ao mesmo tempo se constitui com uma expressão de conflitos socioambientais pelos riscos para a saúde humana e a degradação das condições ambientais do ar, dos solos e d'água que sustentam os processos produtivos da humanidade. Nesse sentido, as comunidades no entorno desses locais de disposição final vivenciam em seu cotidiano situações de injustiça ambiental, sanitária e social. Conjuntamente, isso suscita a elevação dos custos operativos associados à prestação dos serviços públicos de saneamento básico, mas especificamente do serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos.

Sob esse contexto, na Colômbia vem-se debatendo a modernização técnica e tecnológica da gestão dos resíduos através das dimensões normativas, organizativas e financeiras que sustentam a prestação do serviço público de limpeza no país. O Estado, diante da urgência de prolongar a vida útil dos sítios de disposição final e



de garantir a sustentabilidade ambiental nos territórios atingidos por esse modelo tóxico de gestão, na última década formulou um bloco de políticas públicas coesas na gestão integrada dos resíduos sólidos (GIRS), o crescimento verde e a prevenção das perdas e desperdícios de alimentos (PDA) destinados para o consumo humano conforme os compromissos adquiridos com a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e outras convenções globais ambientais. Assim, o Estado busca promover a adequação da GIRS condicionada à transição de um modelo de economia linear para um modelo de economia circular baseada principalmente na articulação interinstitucional e intersetorial, mas com inclusão social da população trabalhadora do setor de reciclagem.

Essa transição se focaliza especialmente no aproveitamento e valorização energética dos resíduos sólidos. Na Colômbia, como acontece no resto da LAC, a composição maioritária desses resíduos pertence à tipologia dos resíduos orgânicos ou de maneira mais técnica, à biomassa residual orgânica. Aliás do setor do saneamento



básico, a transição envolve o setor energético dado que a biomassa é uma fonte não convencional de energia renovável, assim como ao setor agropecuário que pode contribuir com o aproveitamento da biomassa decorrente da PDA, particularmente, dos alimentos não aptos para consumo humano. Por essa razão, é fundamental compreender a situação qualitativa e quantitativa da biomassa para avançar no desenvolvimento de empreendimentos estatais e privados de aproveitamento destes resíduos, mas também para estimular iniciativas acadêmicas e comunitárias de corte agroecológico para produção de adubos orgânicos de baixo custo com o potencial para serem utilizados em processos de restauração ecológica solos ou de produção de alimentos orgânicos e livres de agrotóxicos.

Nessa ordem, esse capítulo é resultado de uma pesquisa bibliográfica e documental em fontes normativas, institucionais, científicas e técnicas relativas ao caso colombiano para conduzir uma reflexão crítica sobre as implicações sociais, ambientais e econômicas da geração massiva de biomassa residual orgânica e sua disposição



final nos solos, sob o atual contexto da crise ecológica pelos resíduos e a poluição no mundo. Deste modo, visamos aportar elementos básicos para a discussão sobre os benefícios do aproveitamento e a valorização energética da biomassa residual orgânica em LAC através do crisol colombiano.

## **RADIOGRAFIA DOS RESÍDUOS NA AMÉRICA LATINA E O CARIBE (LAC)**

O processo de urbanização no mundo vem mostrando o crescimento gradativo da população urbana no mundo. A análise da divisão de população da ONU (2019) sobre o período de 1950 a 2018 destaca que no ano 2017 o tamanho da população urbana superou à proporção rural pela primeira vez na história. Sob essa tendência, a população global alcançou os 7,63 bilhões no ano 2018, assim, 4,22 pertencem à faixa da população urbana enquanto 3,41 de pessoas habitam nas ruralidades (UN, 2019). Em perspectiva regional de LAC, se identificou um crescimento



aproximado de 7,5 vezes no período mencionado, dessa forma, a região passou de ter 70 milhões para 526 milhões de pessoas, mas em contraste, a população rural passou de 99 milhões no ano 1950 para 126 milhões de pessoas em 2018 (UN, 2019).

Essa urbanização que também acontece no mundo rural, está correlacionado com as forças da produção, o consumo e o descarte dos resíduos resultantes do metabolismo social subordinado ao capital (Veraza, 2008; Solíz, 2017). Precisamente, o processo de trabalho que subjaz nas dinâmicas de urbanização se pode compreender com um intercambio orgânico entre a humanidade e a natureza, porém, essa apropriação de materiais e energia da natureza produz emanações atmosféricas, substâncias complexas e resíduos (Toledo, 2013). Os resíduos, logo, são o resultado do fluxo metabólico material, energético, monetário e de serviços que se dinamiza pelos processos de apropriação, a transformação, a distribuição e o consumo (Toledo e Gonzalez, 2007; Toledo, 2008, 2013). Entretanto, essa relação humanidade-natureza submetida às mediações



do capital tem tido um efeito destrutivo nos ciclos ecológicos – a ruptura metabólica discutida por Marx em sua obra clássica – que se expressa em conflitos ecológicos como a perda dos nutrientes do solo; a poluição nas cidades; a escassez de nutrientes nas dietas da população; o desperdício de matérias-primas; o desmatamento; a desertificação; entre outros (Foster, 2020).

Nesta perspectiva, a urbanização e o crescimento urbano são uma preocupação constante, em parte, pelo aumento significativo da demanda por serviços públicos de saneamento básico no campo e na cidade. O abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a drenagem de águas pluviais, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos formam parte desses serviços. Contudo, a geração de resíduos decorrentes desses processos supõe riscos socioambientais e custos operativos associados à gestão de grandes volumes de resíduos orgânicos e inorgânicos que se depositam em aterros sanitários, vazadouros controlados e até lixões a céu aberto (Tello Espinoza et al., 2010).

Em LAC, a aceleração da urbanização e o



crescimento urbano tem uma relação direta com a abertura de novos sítios de disposição final. Aliás, as limitações institucionais, financeiras e técnicas nos países em desenvolvimento que conformam essa região dificultam o fornecimento efetivo dos serviços básicos de saneamento (WAP, 2014), deste modo, a crise ecológica e os conflitos socioambientais pelos resíduos e a poluição se tornam ainda mais complexos. Por esse motivo, a geração massiva de resíduos e a gestão inadequada no campo do serviço público representam um fator crítico de impacto sobre a biodiversidade e a qualidade de vida das populações que habitam nos centros urbanos, mas principalmente nas áreas periurbanas e rurais de regiões metropolitanas onde operam essas mega infraestruturas de disposição final.

Nestes locais, a decomposição dos resíduos produz lixiviados e gases. De acordo com PNUMA (2018, p. 26) o lixiviado é composto de “componentes biológicos e químicos gerados pela decomposição dos resíduos, em conjunto com a água da chuva ou águas superficiais, percolam no solo, e podem chegar a fontes de águas subterrâneas”, mas “sua



carga poluente dependerá do grau de decomposição, tipo e quantidade de resíduos”. Quanto aos gases poluentes, os principais são o metano (CH<sub>4</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), enquanto a incineração desses materiais aumenta a produção de poluentes orgânicos persistentes (POPs), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub>), metais pesados e carbono negro, que é considerado um ‘poluente climático de vida curta’ produzido pela incineração de resíduos (Mavropoulos, 2015; PNUMA, 2018). Assim, a alteração das condições ambientais e sanitárias das áreas de impacto dessas infraestruturas são produzidas tanto pela emissão de substâncias tóxicas e cancerígenas em diferentes estados físicos, como pela reprodução de vetores (baratas, ratos ou mosquitos). Por um lado, na saúde humana se expressam em doenças intestinais, dérmicas e respiratórias pela inalação, ingestão e contato com a pele. A equipe da Waste Atlas Partnership (WAP, 2014, p. 13) afirma que “as pessoas que trabalham em lixões, como os catadores, são mais propensas a contrair essas doenças; e os riscos a que estão expostas muitas vezes incluem, além de acidentes com



cortes e ferimentos, fatalidades causadas por deslizamentos de terra e caminhões”. Por outro, os danos ambientais podem ser de tipo atmosférico, geomorfológico, hídrico e biótico pela poluição das águas subterrâneas e superficiais, do solo e do ar. Ainda mais grave, os poluentes derivados da operação desses locais podem ser absorvidos por plantas ou animais e assim entrar no ar, na cadeia alimentar e na água (Tello Espinoza et al. 2010; WAP, 2014; Mavropoulos, 2015; PNUMA, 2018).

Em consequência, a operação prolongada, inadequada e descontrolada dos locais de disposição final atenta contra a saúde e viola os direitos humanos, coletivos e fundamentais de milhões de pessoas que habitam nas áreas de influência desses projetos (ISWA, 2016). A pesquisa de Mavropoulos (2015) aponta que somente os lixões a céu aberto colocam em risco a saúde e a qualidade de vida de aproximadamente 4 bilhões de pessoas, ou seja, trabalhadores urbanos, recicladores informais e vizinhos próximos tais como as comunidades camponesas, indígenas, negras e tradicionais. Por conseguinte, as pesquisas sobre



os resíduos devem se diversificar para a compreensão sobre os vários fluxos ou correntes de resíduos que são depositados nesses locais e o desenvolvimento de soluções que possibilitem a mitigação dos impactos e a minimização do enterramento de materiais potencialmente aproveitáveis.

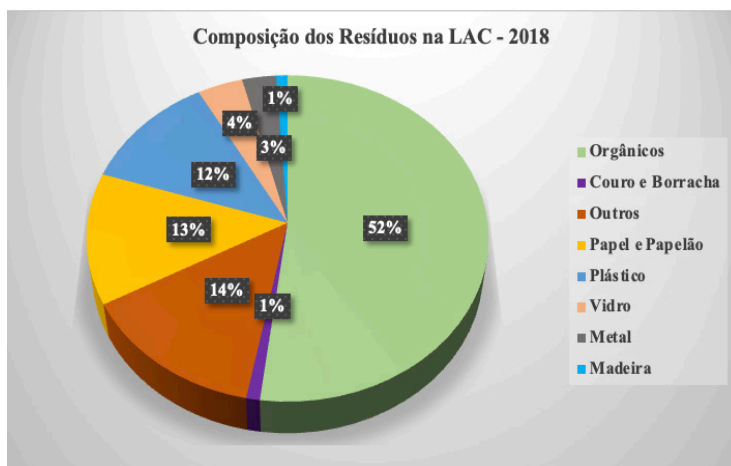
Segundo o estudo de Kaza et al. (2018) para o Banco Mundial sobre a questão global dos resíduos, a população mundial produz mais de 2.100 milhões de toneladas anuais (t/ano) de resíduos municipais e, somente, o 19% desses materiais passam por algum tipo de tratamento de reciclagem de resíduos inorgânicos e aproveitamento de resíduos orgânicos. Entretanto, o restante desses resíduos é incinerado ou enterrado em sítios de disposição final como aterros sanitários e lixões a céu aberto. Essa análise adverte que, sob essa tendência, a geração de resíduos pode aumentar de 2,59 bilhões no ano 2030 para mais de 3,40 bilhões no ano 2050.

Em perspectiva regional de LAC, estima uma geração de 231 milhões t/ano, ou seja, 0,99 quilogramas per capita diários cuja composição total se distribui entre



resíduos orgânicos e desperdícios de alimentos (52%), outros (14%), vidro (4%), papel e papelão (13%), plásticos (12%), metal (3%); couro e borracha (1%); e madeira (1%) (Kaza et al., 2018, p. 54). A figura 1 mostra essa distribuição.

Figura 1. Composição dos resíduos produzidos em LAC - 2018



Fonte: Elaboração própria adaptada de Kaza et al. (2018).

Esses resíduos devem ser gerenciados pelos serviços públicos de limpeza dos municípios. Conforme com a UN Hábitat (2010) e Tello Espinoza et al. (2010)



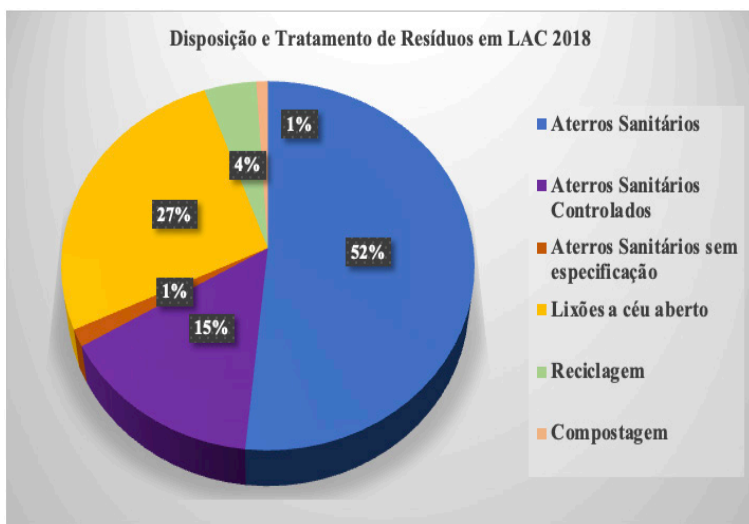
a prestação efetiva desses serviços tem como base as atividades funcionais de coleta, transporte, transferência, tratamento, aproveitamento e disposição final, além disso, das tarefas de varrição de estradas, ruas e áreas públicas, corte de grama e poda de arvores nas áreas urbanas e rurais. A partir da noção básica deste serviço, se deve compreender que a gestão dos resíduos é ao mesmo tempo um bem público que regula entornos sociais, sanitários e ambientais, mas através de uma lógica econômica complexa de recuperação de recursos subordinados a um mercado de resíduos que oscila entre a legalidade da gestão controlada e a ilegalidade da gestão inadequada.

Em LAC, essas irregularidades somadas ao dinamismo do modelo de economia linear moldam a tipologia e funcionamento dos sítios de disposição final. Kaza et al. (2018) explicam que o serviço de limpeza garante em média uma cobertura do 85% das áreas urbanas, mas isso muda significativamente nas ruralidades, pois o serviço apenas cobre o 30% destas áreas. Essas deficiências podem criar pontos críticos de acumulação irregular de resíduos



em distintas áreas municipais que aliás, compromete a prestação efetiva do serviço, e se constituem como um foco de produção de sítios irregulares de disposição final que operam concomitantemente com os sítios formais gerenciados pelo município ou empresas responsáveis pelos locais. Na figura 2 é possível verificar essa distribuição disposição e tratamento de resíduos.

Figura 2. Disposição e Tratamento de Resíduos em LAC 2018



Fonte: Elaboração dos autores com dados de Kaza et al., 2018



O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2018) explica num estudo complementar de LAC que na região se produzem mais de 541.000 t/dia de resíduos – quase 200 milhões anuais – e as projeções estimam que sob a atual tendencia de urbanização e crescimento demográfico, a geração pode aumentar até mais de 671.000 t/dia no ano 2050, ou seja, um aumento do 25% destes resíduos. O PNUMA (2018) argumenta que é preciso questionar a insustentabilidade dos padrões de produção, consumo e descarte do modelo de desenvolvimento econômico. Embora não aponte às raízes capitalistas da crise, esse organismo internacional reconhece e adverte a reprodução de conflitos ecológicos e socioambientais associados com as limitações da cobertura do serviço de limpeza, a complexidade na composição dos resíduos, e a ineficiência das infraestruturas de tratamento e disposição final sujeitas ao modelo de economia linear.

Segundo o PNUMA (2018), a coleta dos resíduos abrange ao 93% da população de LAC, mas é necessário



garantir o 100% da cobertura nas zonas urbanas e rurais, pois mais de 35.000 t/dia que não conseguem ser coletadas atingem a qualidade vida de 41 milhões de habitantes que residem principalmente em áreas marginalizadas, empobrecidas e rurais. No entanto, a hegemonia do enterramento dos resíduos reproduz a operação não somente de aterros sanitários, mas de vazadouros e lixões a céu aberto que recebem 145.000 t/dia de resíduos – 27% do total gerado por 170 milhões de pessoas – que são tratados de forma inadequada com métodos com a incineração e o enterramento irregular (PNUMA, 2018).

A prevalência do modelo linear de gestão que sustenta as instalações de enterramento dos resíduos em LAC é de especial atenção “devido ao potencial poluidor dos lixiviados que são frequentemente descarregados sobre os solos ou corpos receptores sem qualquer tratamento e de forma inadequada” (PNUMA, 2018, p. 112). Consequentemente, o serviço de limpeza deve tratar esses líquidos mediante processos biológicos, físicos e químicos que reduzam os materiais poluentes dos líquidos



resultantes da disposição final, apesar disso, não se elimina efetivamente seu potencial poluidor. Diante dessa prevalência da gestão focada no enterramento, os estudos de Kaza et al (2018) e PNUMA (2018) destacam a extrema limitação na implementação de tratamentos de reciclagem de resíduos inorgânicos e o aproveitamento de resíduos orgânicos através de técnicas como a compostagem para a produção de adubos orgânicos.

O modelo da economia linear sob o capital caracterizado pelo fato de ‘extrair, produzir, utilizar e jogar fora’ cria limitações ao desenvolvimento da reciclagem e aproveitamento de resíduos. Segundo o PNUMA (2018), o 90% das 541.000 t/dia de resíduos gerados em LAC acabam enterrados em sítios de disposição final, mas apenas 10% conseguem ser reciclados, aproveitados e reutilizados, porém, esse indicador pode aumentar até um 20% em países de renda alta e média-alta com capacidade institucional, técnica e financeira para implementar tratamentos alternativos no serviço público de limpeza. Por enquanto, esse panorama se traduz na prolongação de



uma crise qualitativa e quantitativa de resíduos com sérios prejuízos socioambientais, mas na urgência de impulsar o aproveitamento e valorização energética da massiva biomassa residual orgânica que está sendo enterrada em sítios de disposição final.

## **A CRISE DOS ATERROS SANITÁRIOS NA COLÔMBIA**

A Colômbia vem debatendo os últimos anos sobre a situação crítica na gestão dos resíduos sólidos e, portanto, a urgência de reformular as políticas intersetoriais e interinstitucionais aplicáveis a esse setor. O Ministério de Vivenda, Cidade e Território, o Ministério de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, o Departamento Nacional de Planejamento (DNP) e a Superintendência de Serviços Públicos Domiciliários (SSPD) são os órgãos públicos mais representativos que desempenham as funções de regulamentação, vigilância e controle dos serviços de saneamento básico. Com essa estrutura institucional, o



Estado aprovou o documento de política pública do Conselho Nacional de Política Econômica e Social – CONPES 3874 de 2016 que definiu a Política Nacional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos 2016 - 2030 (PNGIRS) de interesse social, econômico e ambiental, mas focada nos resíduos sólidos não perigosos para contribuir com o desenvolvimento sustentável do país e adaptação dos 1.123 municípios colombianos às mudanças climáticas (DNP, 2016a). Desse modo, a PNGIRS se articula com os compromissos do Estado colombiano adquiridos pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (1994) e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (2015).

Essa articulação institucional reconhece que a atual GRS foi adaptada segundo os padrões de produção e consumo linear, mas que gera perdas de recursos e altos custos que tornam o modelo insustentável. Desde a perspectiva da PNGIRS, a linearidade da economia aplicada para à GRS é insustentável porque degrada os recursos naturais e prolonga a escassez de matérias primas necessárias para a produção de bens e serviços, enquanto



aumenta a demanda de solos para a instalação de locais de disposição final de resíduos, como os aterros sanitários (DNP, 2016a). Por conseguinte, a política ressalta a urgência de priorizar a dimensão ambiental da sustentabilidade e incorporá-la integralmente na prestação dos serviços públicos, sobretudo, naqueles municípios com deficiências na infraestrutura de disposição final. Desse modo, trata-se de uma política de tipo evolutiva “com visão de longo prazo para contribuir ao fomento de uma economia circular de desenvolvimento sustentável e a adaptação e mitigação da mudança climática” (SSPD, 2023a, p. 13).

Colômbia é tipificado como um país de renda média alta com uma população maior a 50 milhões de pessoas (PNUMA, 2018; Dane, 2018), que cada ano aumenta a demanda pelos serviços públicos, mas a pressão nos ecossistemas pela extração de energia, consumo de bens e geração de resíduos. Os dados do relatório de disposição final da Superintendência de Serviços Públicos Domiciliários (SSPD) (2023a), mostram que o país aloca 11,9 milhões de t/a de resíduos em 266 sítios de disposição



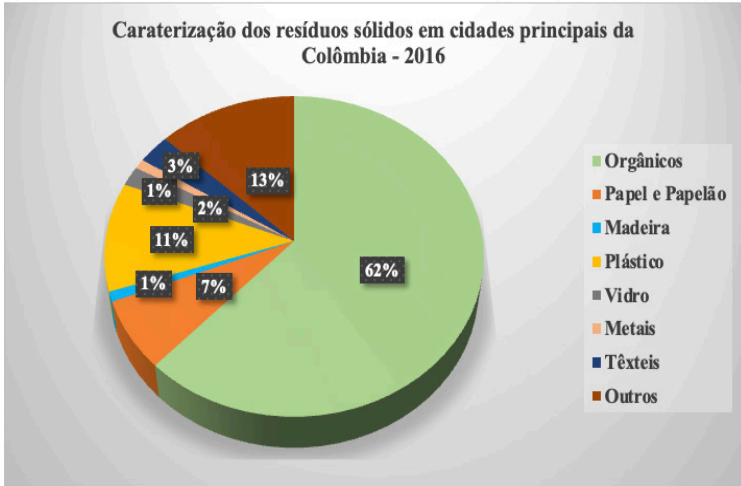
final, mas esclarece que 11,8 milhões são depositados em ‘sistemas autorizados’ (98,74%) e 151 mil t/a em ‘sistemas não autorizados’, especificamente, lixões a céu aberto e ilegais. Os sítios autorizados são os aterros sanitários (165) e as células de contingência (12); enquanto os sítios não autorizados são lixões a céu aberto (77) e células transitórias (12).

O estudo do DNP (2016b) complementa que o 62% desses resíduos pertence ao fluxo da biomassa residual orgânica e, portanto, é a maior fonte Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidos nesses locais de disposição que precisa ser analisada pela sua origem, composição e potencial de aproveitamento. Em perspectiva territorial, cada um desses 1.123 municípios colombianos gera em média 33,9 t/dia de resíduos, mas o 42,52% são produzidos em 8 cidades com maior população, ou seja, a cidade capital de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Cúcuta, Soacha e Soledad (SSPD, 2023a). Porém, sem desconsiderar as particularidades metabólicas de cada município, a produção de biomassa residual é dominante na caracterização dos



resíduos, como é evidenciado na figura 3.

Figura 3. Caracterização dos resíduos sólidos em cidades principais da Colômbia - 2016



Fonte: elaboração própria adaptado de BID (2015) apud DPN (2016).

Esse estudo inédito do DNP (2016b) evidencia não somente a prevalência e hegemonia da disposição final de resíduos, mas a massiva geração de biomassa residual que contribui para a redução acelerada da vida útil desses

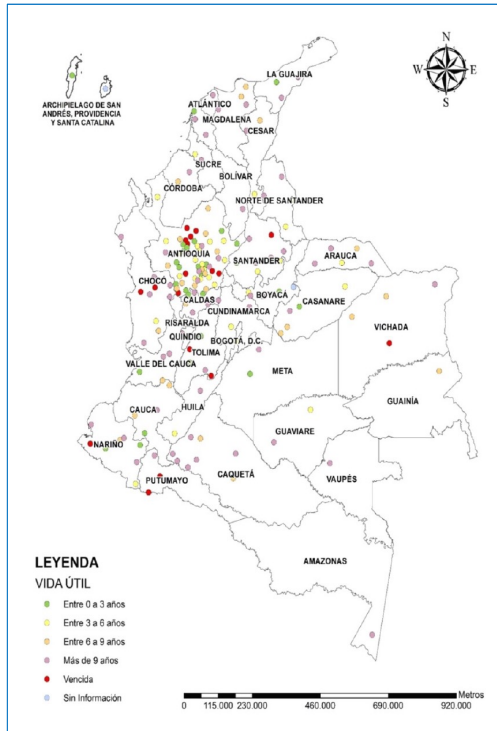


locais. A vida útil é uma variável “que permite prever e assegurar a continuidade da atividade de disposição final e de todo o esquema de prestação do serviço público de limpeza”, no entanto, “a materialização de qualquer risco poderia causar problemas sanitários e ambientais” (SSPD, 2023a, p. 31). Segundo o diagnóstico do SSPD (2023a), cerca de 50 dos 266 sítios de disposição está operando no limite crítico da vida útil, ou seja, entre 0 e 3 anos, pelo qual é urgente a implementação de alternativas de tratamento e aproveitamento de resíduos. A figura 4 mostra um mapa com a vida útil dos sítios distribuídos na Colômbia.



Figura 4. Vida útil dos locais de disposição final da Colômbia

– 2021



Fonte: Superintendencia de Servicios Públicos

Domiciliarios – SSPD, 2023a

Diante desse cenário crítico, a política PNGIRS é um instrumento fundamental tanto para a fiscalização no setor dos resíduos, quanto pela promoção de alternativas



de aproveitamento. Particularmente, o relatório setorial da SSPD (2023b) sobre essa atividade no ano 2021, estimou que 2.270.140 t/ano de 11,6 milhões de t/ano de resíduos foram aproveitadas, principalmente, pelo trabalho de mais de 747 organizações de reciclagem que realizam o serviço público de aproveitamento em 27 departamentos da Colômbia (SSPD, 2023a; 2023b).

Justamente, o PNGIRS reforçou a definição do aproveitamento como uma “atividade complementar do serviço público de saneamento” (DPN, 2016a, p. 62) dinamizada, principalmente, pelo trabalho de mais de 55.579 pessoas organizadas em associações e cooperativas de reciclagem. Essas organizações desenvolvem as funções de coleta seletiva de resíduos aproveitáveis, transporte, classificação, pre-transformação, comercialização e pesagem desses materiais para sua remuneração, através do sistema tarifário do serviço público de limpeza (SSPD, 2023b). A propósito dessa população, o estudo global de UN-Habitat (2010) apontou que cerca do 1% da população mundial vive da coleta informal de resíduos. Em LAC, o



estudo de Tello Espinoza et al. (2010) estimou a presença de 8,5 trabalhadores da reciclagem por cada 10.000 habitantes, ou seja, mais de 400.000 pessoas, mas outras análises calcularam até 3,8 milhões de pessoas desempenhando esse trabalho na região (Medina, 2008 apud Tello Espinoza et al., 2010).

O trabalho realizado pelos trabalhadores e trabalhadoras do setor de reciclagem é fundamental e precisa ser dignificado mediante a inclusão social, remuneração salarial e formalização profissional no modelo de serviço de limpeza. O aproveitamento se sustenta no trabalho desta população, não obstante, os dados oficiais representam apenas a faixa dos resíduos sólidos inorgânicos que conseguem ser valorizados e reincorporados na cadeia de valor do mercado. Em contraposição, as estimações do aproveitamento da biomassa residual orgânica ainda são imprecisas pelos incipientes esforços na implementação da PNGIRS.



## **A BIOMASSA RESIDUAL ORGÂNICA COMO RECURSO E ALTERNATIVA**

A PNGIRS se sustenta no conceito de “economia circular” proposto pela Ellen MacArthur Foundation (2013; 2015) que, em síntese, sugere a transição de economias lineares para economias circulares baseadas nos princípios de reutilização, reparação, aproveitamento e valorização energética dos resíduos. A partir desta noção, as instituições devem assumir que os resíduos não são ‘lixo’, mas recursos que decorrem da reprodução de ciclos biológicos sustentados num ‘capital natural’ extraído da biosfera e aplicações antrópicas técnicas que transformam esse ‘capital natural’ em produtos e serviços (DNP, 2016a).

Assim, sob essa proposta de economia circular, os padrões de produção e consumo deveriam se reorientar para a minimização de resíduos, a prolongação da circulação de produtos e materiais para possibilitar a regeneração de recursos e a redução da poluição. No caso da biomassa residual, a PNGIRS propende pela manutenção dos ciclos



biológicos de resíduos orgânicos e a aplicação de técnicas como a compostagem, a digestão anaeróbica ou aeróbica para fins agropecuários, ecológicos ou energéticos.

Porém, essa proposta construída nos países desenvolvidos e industrializados, aliás de sua centralidade no campo empresarial e governamental (Korhonen; Honkasalo e Seppälä, 2018), contrastam tanto com as particularidades da composição dos resíduos, quanto com a arquitetura institucional, técnica e financeira dos países que é necessária para estimular a transição energética para um modelo circular nos países em desenvolvimento. Por isto, a PNGIRS prevê que o sucesso da transição decorre da governança interinstitucional e a aplicação dos instrumentos sociais – como a cultura, educação e informação – e os instrumentos econômico-financeiros – responsabilidade estendida do produtor, tarifa do serviço ou incentivos ao aproveitamento – para conseguir a eficiência na gestão integrada dos resíduos (DNP, 2016a; PNUMA, 2018).

Como foi apontando, ainda que o país esteja avançando na reciclagem dos resíduos inorgânicos, a gestão



dos resíduos orgânicos permanece limitada à operação do modelo dos aterros sanitários. Em termos institucionais “não há uma regulamentação ou normatização clara sobre a gestão que deve ser dada a esse fluxo de resíduos para o seu tratamento para otimizar a operação dos aterros sanitários e a recuperação”, nem “sobre os padrões operacionais a serem cumpridos pelas usinas que tratam esses resíduos” (DNP, 2016a, p. 41). Desse modo, a PNGIRS alertou sobre a necessidade de especificar a regulamentação nacional sobre a recuperação de energia a partir do aproveitamento e valorização da biomassa residual orgânica.

Assim foi que o DNP formulou posteriormente o documento CONPES 3934 de 2018 que promulgou a Política de Crescimento Verde e o CONPES 3918 de 2018 que orienta a Estratégia para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na Colômbia. Esses dois documentos de política pública propendem pelo crescimento da produtividade e a competitividade econômica do país de acordo com as diretrizes dos ODS em termos de desenvolvimento ambiental sustentável,



inclusão social e adaptação às mudanças climáticas. Desde a perspectiva dos ODS, a adequação da GRS é um elemento chave para consecução de metas em diferentes áreas de sustentabilidade, mas o aproveitamento da biomassa residual orgânica tem o potencial diferencial de poder se complementar às estratégias de geração de emprego digno, fome zero, agricultura sustentável, redução dos desperdícios de alimentos e geração de energia limpa e acessível em contextos de desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis.

Com esses precedentes, em 2019, o Ministério de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (MADS) e o Ministério do Comércio e Turismo (MINCIT) elaboraram a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) como um instrumento de política pública para reafirmar a transição dos sistemas produtivos do país de esquemas lineares para modelos circulares propostas anteriormente pela PNGIRS. A ENEC do Estado colombiano assume que a utilização, o uso excessivo e a escassez de recursos devem ser uma questão estruturante para as medidas de uso e recuperação



energética de determinados resíduos. Para isso, a estratégia prioriza os fluxos de seis materiais relevantes para o país: (i) produtos industriais e de consumo em massa com ênfase nos resíduos de aparelhos elétricos e eletrônicos (RAEE), resíduos perigosos (RESPEL), pneus e aço; (ii) contêineres e embalagens; (iii) biomassa residual orgânica; (iv) fontes e fluxos de energia; (v) água; e (vi) materiais de construção (Colômbia, 2019b).

O fluxo de biomassa residual é um dos componentes principais na discussão da ENEC e até das recentes discussões sobre a institucionalização da transição energética justa na Colômbia. A biomassa residual orgânica se deve compreender como o conjunto dos resíduos produzidos, principalmente, nos setores agropecuários, alimentícios e de serviços públicos domiciliários. Assim, se trata de resíduos agrícolas, agroindustriais e agroflorestais; o esterco bovino, suíno e de aves; como também aqueles resíduos gerados em centros urbanos gerados, mercados, centros de abastecimento, e pelos serviços de corte de grama e poda de árvores e tratamento de águas residuais



(Colômbia, 2019b).

A priorização do fluxo da biomassa não é uma novidade em termos institucionais, mas é um passo adiante da articulação entre o setor da energia e o setor dos serviços de limpeza. Em 2014, o Estado regulou a integração das energias renováveis não convencionais ao Sistema Energético Nacional. Deste modo, a biomassa residual passou a ser categorizada como uma fonte de energia renovável não convencional (FNCER) na Lei 1715 de 2014:

“São os recursos de energia renovável disponíveis globalmente que são ambientalmente sustentáveis, mas que no país não são empregados ou são usados marginalmente e não são amplamente comercializados. Biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, eólica, geotérmica, solar e marinha são consideradas FNCER. Além de outras fontes que podem ser consideradas conforme determinado pela Unidade de Planejamento de Minas e Energia (UPME)” (Colômbia, 2014).

Com essa definição, a ENEC argumenta que o



potencial desse fluxo dos orgânicos “é evidente ao considerar os altos volumes de biomassa residual não utilizada encontrados ao analisar a produtividade da terra adequada para cultivos na Colômbia em comparação com os países de referência” (Colômbia, 2019b, p. 56), particularmente os países signatários da Aliança do Pacífico e da OCDE. Além disso, essa estratégia destaca que a biomassa pode criar oportunidades para “o desenvolvimento de negócios sustentáveis para a produção de fertilizantes, corretivos ou condicionadores orgânicos e bioenergia, articulados em cadeias produtivas, e a dinamização da oferta e da demanda desses produtos” (Ibidem).

Por esse motivo, a Lei 1715 de 2014 (Colômbia, 2014) sobre o sistema energético e a subsequente Lei 2099 de 2021 (Colômbia, 2021) sobre a transição energética, além de tipificar a biomassa como uma FNCER, avançaram na institucionalização e definição da energia de biomassa como:



“Energia obtida a partir daquela fonte não convencional de energia renovável que se baseia na degradação espontânea ou induzida de qualquer tipo de matéria orgânica que tenha tido sua origem imediata como consequência de um processo biológico e toda matéria vegetal proveniente do processo de fotossíntese, bem como dos processos metabólicos de organismos heterotróficos, e que não contenha ou tenha estado em contato com vestígios de elementos que confirmam qualquer grau de periculosidade” (Colômbia, 2014).

Nessa ordem de ideias, o uso da biomassa residual é uma atividade que articula os setores de resíduos e de energia em torno dos objetivos de promover o desenvolvimento econômico sustentável, a redução das emissões de GEE e o fornecimento de energia limpa como o biogás. Isso, no âmbito de uma transição energética que inclui o uso e o tratamento da biomassa florestal, da biomassa agrícola e, especialmente, dos grandes volumes de biomassa de origem urbana que decorrem das perdas e do desperdício

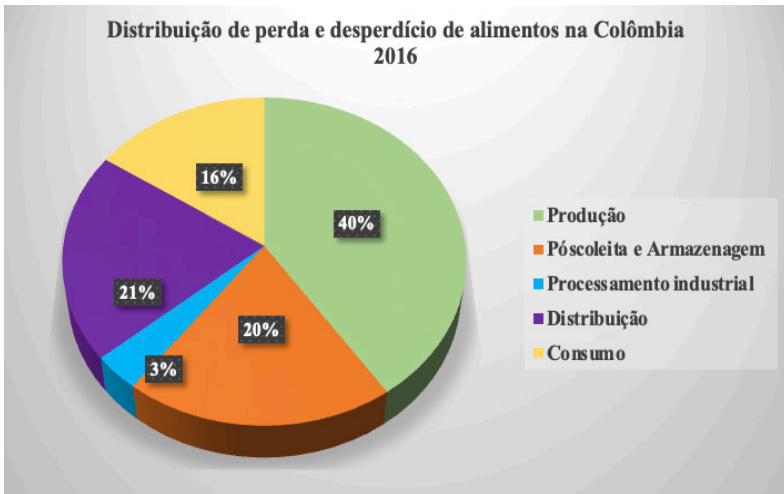


de alimentos (PDA) e ampliam a articulação intersetorial com a agroindústria de alimentos.

O estudo do DNP (2016b) mostra que uma parte significativa dos 61% de resíduos orgânicos gerados na Colômbia decorre da PDA na cadeia de suprimento de alimentos. Esse órgão público explica que o país tem uma oferta nacional de aproximadamente 28,5 milhões de t/ano de alimentos, mas 9,76 milhões de t/ano são perdidas e desperdiçadas, ou seja, 34% de toda a oferta disponível e destinada ao consumo humano (DNP, 2016b). Desse total, 64% correspondem a perdas ocorridas nas etapas de produção (40,5%), pós-colheita e armazenamento (19,8%) e processamento industrial (3,5%); enquanto os 36% restantes correspondem a desperdícios gerados nas etapas de distribuição (20,6%), comercialização e consumo (15,6%) (Ibidem). Esse estudo realizado pelo DNP (2016b) observa a PDA nos grupos de frutas e legumes; raízes e tubérculos; cereais; grãos; carnes; peixes; e laticínios. A figura 5 mostra a distribuição desses dados descritos.



Figura 5. Distribuição de perda e desperdício de alimentos na Colômbia 2016



Fonte: Elaboração própria adaptado de DPN (2016b).

A PDA entendida como uma parte significativa da biomassa residual tem impactos ambientais e sociais. A PDA gera três tipos de pegadas ecológicas quantificáveis: “emissões de GEE (pegada de carbono), pressão sobre os recursos terrestres (pegada terrestre) e pressão sobre os recursos hídricos (pegada hídrica)” (FAO, 2019, p. 99). Ao mesmo tempo, a PDA é uma expressão de conflitos sociais pela insegurança alimentar e nutricional no país e o resto



do mundo; somente na Colômbia se calcula que mais de 15 milhões de pessoas sofrem com a fome (WFP, 2023). Esse panorama acresce a necessidade de reduzir os custos dos insumos agrícolas aproveitamento a biomassa residual e de otimizar os processos produtivos da cadeia de suprimento de alimentos com ênfase especial na agricultura familiar e a produção orgânica. Assim, a biomassa residual poderia se constituir como um recurso para garantir a segurança alimentar e nutricional aumentando a disponibilidade e o acesso aos alimentos saudáveis, mas também como uma alternativa de inclusão social, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico para mitigar e prevenir os impactos na terra, na água e no ar decorrentes do enterramento massivo destes resíduos.

Considerando as ineficiências na cadeia de suprimento de alimentos, o Congresso Nacional aprovou a Lei 1990 de 2019 para a criação da Política para prevenir a perda e o desperdício de alimentos (Colômbia, 2019a), na qual se ressalta a responsabilidade institucional dos órgãos públicos que conformam a Comissão Intersetorial de



Segurança Alimentar e Nutricional (CISAN). Em seguida, o Poder Executivo regulamentou essa lei através do Decreto 375 de 2022 e, desse modo, se complementou o marco legal aplicável ao setor administrativo agropecuário, pesqueiro e de desenvolvimento rural (Colômbia, 2022).

Em conjunto, essas novas normas buscam evitar a perda quantitativa e qualitativa de alimentos, assim como o desperdício, mas envolvendo a participação de “todos os atores da cadeia de produção e de fornecimento de alimentos, direta ou indiretamente relacionados ao setor de alimentos, nacionais ou estrangeiros, que operam na Colômbia” (Ibidem, p. 11). Sob tal prospectiva, o Estado deve liderar estratégias que incluem a ‘economia circular’ para o desenvolvimento de atividades de recuperação, transformação e aproveitamento da biomassa residual decorrente da PDA, especialmente, dos alimentos não aptos para consumo humano. Finalmente, a política ‘contra a PDA’ prevê que as pessoas naturais e jurídicas do setor da produção agropecuária e comercialização de alimentos podem receber incentivos fiscais reconhecidos no estatuto



tributário para as doações de alimentos aptos e destinados ao consumo humano e o consumo animal (Colômbia, 2019a; 2022).

Com tudo, o aproveitamento da biomassa residual orgânica tem potenciais benefícios ambientais, sociais e econômicos que precisam uma maior compreensão interdisciplinar para a efetiva articulação dos setores do saneamento básico, a energia e o a produção de alimentos orgânicos, como mostra o quadro 1.



## Quadro 1. Benefícios do aproveitamento da biomassa residual orgânica

BENEFÍCIOS DO APROVEITAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL ORGÂNICA	
Ambientais	Reduzem a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários.
	São transformados em matéria-prima para fertilização ecológica.
	Contribuem para a recuperação de solos degradados.
	Facilitam a transição para modelos de agricultura ecológica ou orgânica.
	Reduzem as emissões de gases de efeito estufa por meio do uso de fertilizantes orgânicos em vez de fertilizantes sintéticos.
	Incentivam o aumento da cobertura vegetal na cidade, disponibilizando substratos para o cultivo de plantas, o que aumenta a taxa de fixação de dióxido de carbono, mitigando assim o aquecimento global.
Saúde Humana	Reduzem a pressão sobre os recursos naturais, como a terra preta e o petróleo (matéria-prima para fertilizantes sintéticos), diminuindo seu consumo.
	Regulam o pH do solo, e sua aplicação é benéfica para a produção agrícola.
	Reduzem os odores desagradáveis resultantes da decomposição de resíduos no aterro, que afetam principalmente as pessoas que vivem perto do aterro.
	Facilitam a produção de alimentos orgânicos, livres de contaminação por agrotóxicos, promovendo uma alimentação saudável como estratégia preventiva de saúde.
	Fornecem substratos orgânicos para o cultivo ecológico de plantas aromáticas medicinais, que são uma alternativa natural aos produtos farmacológicos.
	Evitam o surgimento e a transmissão de doenças geradas pelo manejo inadequado dos recursos orgânicos, reduzindo a proliferação de vetores (moscas, roedores, entre outros).



Econômicos	<p>Permitem a consolidação de projetos produtivos para a geração de renda em torno da produção de fertilizantes e alimentos orgânicos.</p> <p>Minimizam a dependência externa de fertilizantes, bem como proporcionam maior sustentabilidade e autonomia aos agricultores, aproveitando os recursos locais e reduzindo a compra de insumos para suas lavouras.</p> <p>Reduzem as despesas domésticas ao facilitar a produção de alimentos, plantas medicinais e matérias-primas naturais que não são mais compradas.</p> <p>Reduzem os custos de produção ao substituir os fertilizantes químicos sintéticos derivados do petróleo (ureia e outros) de origem mineral, como o fósforo, por fertilizantes orgânicos produzidos na fazenda.</p> <p>Permitem a organização de comunidades em torno de projetos comunitários.</p>
Sociais	<p>Facilitam a recuperação de territórios e espaços degradados pela insegurança ou abandono, aproveitando-os ao máximo.</p> <p>Geram mudanças culturais e transformam os valores dos grupos comprometidos em liderar esse tipo de iniciativa.</p> <p>Fortalecem o tecido social ao criar espaços de integração comunitária e de intercâmbio de conhecimentos.</p> <p>Preparam as comunidades para o desenvolvimento humano sustentável e o consumo responsável em nível local.</p>
Soberania Alimentar	<p>Eles permitem o acesso e a disponibilidade de alimentos de qualidade para as comunidades, alimentos de qualidade para as comunidades, fornecendo fertilizantes orgânicos para a produção orgânica, produção orgânica.</p>

Fonte: Elaboração dos autores adaptado de UAESP e SIPARF (2018).



A disposição final do modelo linear da economia gera custos ambientais, econômicos e sociais que devem ser constantemente monitorados, mas que, paradoxalmente, desvalorizam os benefícios do potencial energético desse mesmo fluxo de resíduos. A PNGIRS e a ENEC reconheceram os aspectos benéficos do aproveitamento da biomassa residual destacando sua contribuição para a “redução das emissões de GEE ao substituir os fertilizantes químicos sintéticos utilizados nas lavouras e reduzir os resíduos orgânicos levados à disposição final”, além de beneficiar o aumento do valor agregado da terra por meio dessa alternativa de “recuperação de solos degradados, aumentando assim o uso desse fluxo de material” (Colômbia, 2019b, p. 56). Na mesma linha, o posicionamento da FAO (2019) e PNUMA (2021) sobre PDA destaca que o desenvolvimento de técnicas de aproveitamento de biomassa residual – sejam eles centralizados, institucionais ou comunitários – são possíveis soluções que podem ser aplicadas em pequena, média e larga escala, mas que exigem investimentos consideráveis para sua implementação nos



sistemas públicos de GIRS.

Sob a perspectiva do modelo linear de GRS nos quais os resíduos são percebidos pelos geradores como materiais com pouco e nenhum valor, esses investimentos que deveriam conduzir para implementar técnicas de aproveitamento, acabam se desagregando em outros setores e se limitando a um gerenciamento que, por um lado, prioriza o menor custo financeiro possível em conformidade com os requisitos legais definidos pela legislação nacional ou municipal, e por outro, apela pela inação diante dos impactos negativos dos resíduos em condições irregulares de gestão. Por conseguinte, no horizonte da estruturação dos modelos circulares de gestão, os investimentos nesse setor dos resíduos devem interagir sob a premissa da prevenção, a minimização e o aproveitamento em benefício não apenas da economia em geral, mas do ambiente e a saúde pública da sociedade (UNEP-ISWA, 2015).

No entanto, não existe um modelo de financiamento “padrão” para todos os países, principalmente devido às diferenças nos níveis de renda, regimes políticos, legislação



e cadeia de valor dos resíduos (UNEP-ISWA, 2015). No caso colombiano, PNGIRS definiu que esse financiamento deve se focar, principalmente, na educação, na articulação institucional e nos sistemas de informação setorial. Por uma parte, a educação ambiental nas escolas é o caminho para a formação de cultura cidadã em torno do manejo dos resíduos. Por outra, a coordenação institucional conduz a eficiência nos processos de aproveitamento de resíduos com inclusão de organizações de reciclagem. Para isto, a informação elaborada através das contas econômico-ambientais, o observatório de reciclagem e o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos é um componente fundamental para sustentar a tomada de decisão pública (DNP, 2016a).

Nessa ordem, a decisão sobre o modelo de financiamento apropriado e sustentável para os novos modelos de gestão baseados no aproveitamento deve transitar pela compreensão da organização e correlação entre “geradores ou municípios, o operador ou prestador de serviços, as receitas para o pagamento dos custos de



prestação de serviços, e os investimentos necessários para o desenvolvimento da infraestrutura” (PNUMA, 2018, p. 204). Contudo, os custos de investimento, os custos operativos e as receitas pelo aproveitamento dos recursos como a biomassa residual orgânica contrastam com os custos da inação dos Estados. Embora sejam aparentemente óbvias essas diferenças, o que está em jogo em cada um dos países são os custos da inação. A inação significa não tomar medidas urgentes para melhorar a GRS, o que “levam à transferência dos custos econômicos para a sociedade, comumente chamados de externalidades negativas, em termos de remediação ambiental, tratamento de doenças, restrição ao desenvolvimento de outras economias e à própria segurança (Potet e Lejtregger, 2015 apud PNUMA, 2018, p. 195). O aproveitamento da biomassa residual e de todos os resíduos é ao mesmo tempo a oportunidade de restaurar ecologicamente o presente e garantir o futuro da vida.



## A MANEIRA DE CONCLUSÃO

A crise ecológica pelos resíduos e a poluição é um desafio global com complexas implicações sociais, ambientais e econômicas no Sul Global. Apesar das convenções globais ambientais que propendem pela ‘gestão ecologicamente racional dos resíduos’ e a valorização energética desses recursos, os países mais atingidos pela crise têm limitações institucionais, técnicas e financeiras que aprofundam o modelo hegemônico de enterramento dos resíduos em aterros, vazadouros e lixões a céu aberto. Nessa medida, a transição das economias lineares para economias circulares não pode ser vista como um processo homogêneo simples, mas sujeito às particularidades dos padrões de produção, consumo e descarte estimulados pelo modelo de desenvolvimento econômico nacional de cada país. Apesar dos propósitos louváveis da proposta de economia circular alinhada aos interesses empresariais e governamentais dos países industrializados no Norte Global, ainda é um debate inconcluso que precisa maiores substratos baseados na



práxis institucional, acadêmica e comunitária que está se construindo em diferentes territórios do mundo.

Nesse sentido, a biomassa residual orgânica é ao mesmo tempo um denominador comum que pode possibilitar a articulação para o desenvolvimento de inovações científicas e tecnologias sociais para o aproveitamento e a valorização energética desse tipo de resíduos para sua aplicação prática em baixa, média e larga escala na região de LAC, especialmente nos territórios rurais. Ainda que os Estados avancem nas dimensões normativas, organizativas e econômico-financeiras para a sustentabilidade ambiental da gestão dos resíduos urbanos dentro da esfera das transições energéticas, é preciso estender a compreensão sobre o aproveitamento desses recursos mediante o diálogo com outras esferas associadas ao desenvolvimento energético, agrário e rural, e em geral, com a questão do ordenamento territorial nos municípios.

No caso colombiano, a regulamentação para a integração das energias renováveis não convencionais no Sistema Energético Nacional (Lei 1715 de 2014) tem



estimulado os investimentos privados e públicos para a produção de biogás e biometano a partir da biomassa residual orgânica, que devem ser estudados com maior rigorosidade tendo em conta sua inserção no campo da prestação dos serviços públicos domiciliares. Não obstante, essas inovações no setor energético precisam alternativas complementares diante da produção massiva de biomassa no país. Por conseguinte, a evolução normativa concatenada no setor dos resíduos e da agricultura deve avançar para a efetiva institucionalização de outras técnicas de aproveitamento como a compostagem, a digestão anaeróbica e aeróbica, ou a minhocultura, que já são desenvolvidas em níveis industriais, agropecuários e agroecológicos para a produção de adubos, fertilizantes e alimentos orgânicos.

Em vista das deficiências dos operadores municipais do serviço de limpeza no componente de aproveitamento dos resíduos sólidos e a reprodução de conflitos socioambientais por causa desse setor, é preciso valorizar e dignificar, isto é, reconhecer, incluir e remunerar de maneira justa tanto o trabalho da população recicladora



quanto a extensa rede de processos comunitários agroecológicos – urbanos, periurbanos e rurais – em torno dos processos de restauração de solos e a produção de alimentos livres de agrotóxicos baseados na utilização de insumos derivados do aproveitamento da biomassa residual orgânica. Esses processos intersetoriais nos quais convergem atores heterogêneos da sociedade acontecem visivelmente nas margens da urbanização irregular, a mineração a céu aberto e a operação da disposição final de resíduos, e em razão disso, são fundamentais para avançar na restauração do complexo equilíbrio nos intercâmbios ecológicos entre a humanidade e a natureza, mas numa lógica para além do capital.

Portanto, nosso compromisso deve se orientar a fomentar os estudos críticos sobre essas iniciativas que estão sendo impulsadas pelas universidades, organizações da sociedade civil, trabalhadores da reciclagem e comunidades locais, não somente em termos técnicos do aproveitamento da biomassa, mas atendendo à urgência da restauração ecológica dos seus territórios e a necessidade de estruturar



economias mais solidárias. Desse modo, poderemos fornecer bases sólidas – teóricas, epistêmicas e metodológicas – que possibilitem tanto a mitigação e superação dos conflitos ecológicos pela poluição e os resíduos, quanto o exercício de ações interinstitucionais e intersetoriais mais justas, saudáveis e democráticas nos países do Sul Global.

## **REFERÊNCIAS**

COLÔMBIA, Congreso de la República. Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Bogotá D.C.: 2014.

COLÔMBIA, Congreso de la República. Ley 1990 de 2019. Por medio de la cual se crea la política para prevenir la pérdida y el desperdicio de alimentos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: 2019a.

COLÔMBIA, Congreso de la República. Ley 2099 de 2021. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: 2021.



COLÔMBIA, Gobierno de la República. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C.: Presidencia de la República de Colombia, 2019b.

COLÔMBIA, Presidencia de la República. Decreto 375 de 2022. “Por el cual se adiciona la Parte 22 al Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, en lo relacionado con la disminución de las pérdidas y los desperdicios de alimentos”. Bogotá D.C.: Presidencia de la República de Colombia, 2022.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - DANE. Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018. Bogotá D.C.: DANE, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - DNP. Política de Crecimiento Verde. Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES 3934 de 2018. Bogotá D.C.: DNP, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - DNP. Política Nacional de Gestión Integrada de Residuos Sólidos. Documento del Consejo Nacional de Política



Económica y Social, CONPES, 3874 de 2016. Bogotá D.C.: DNP, 2016a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - DNP. Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia. Estudio de la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas. Bogotá D.C.: DNP, 2016b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - DNP. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES 3918 de 2018. Bogotá D.C.: DNP, 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. Reino Unido: Ellen MacArthur Foundation, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. Executive summary report. Reino Unido: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

FOSTER, J. The Return of Nature. Socialism and Ecology. New York: Monthly Review Press, 2020.



INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION - ISWA. Camino crítico para el cierre de los basurales. Los lugares más contaminados del mundo. Viena: ISWA, 2016.

KAZA, S. et al. What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. SILPA KAZA, L. Y.; PERINAZ, B-T.; WOERDEN, F.V. (org). Washington: International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank, 2018.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. Ecological Economics, v.143, p.37-46, jan. 2018.

MAVROPOULOS, A. Basurales a cielo abierto: una amenaza para la salud. Viena: ISWA, 2015.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma: FAO, 2019.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE - PNUMA. Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe. Nairobi: PNUMA, 2018.



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA. Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021. Nairobi: PNUMA, 2021.

SOLÍZ TORRES, M.F. (org.). Ecología política de la basura. Pensando los residuos desde el Sur. Quito-Ecuador: Adiciones Abya-Yala; Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo, 2017. 341p.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS - SSPD. Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia. Vigencia 2021. Bogotá D.C.: SSPD, 2023a.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS - SSPD. Informe Sectorial de la Actividad de Aprovechamiento en Colombia. Vigencia 2021. Bogotá D.C.: SSPD, 2023b.

TELLO ESPINOZA, P et al. Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), 2010.



TOLEDO, V. El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. Relaciones. n. 136, p.41-71, 2013.

TOLEDO, V. Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, v.7, p.1-26, 2008.

TOLEDO, V.; GONZALEZ DE MOLINA, M. El metabolismo Social: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En: F. Garrido, M. González de Molina, J. Serrano, J. Solana (Eds.). El paradigma ecológico en las ciencias sociales. Barcelona: Icaria, 2007.

UN-HABITAT. Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities. Washington D.C., London: UN-Habitat, 2010.

UNITED NATIONS (UN), DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations Population Division, 2019.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS - UAESP; GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS INTEGRADOS DE



PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL - SIPAF. Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura en Bogotá, D.C. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL). Secretaria Distrital de Hábitat de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá: UAESP; SIPAF, 2018.

VERAZA, J. Subsunción real del consumo al capital. Ciudad de México: Ítaca, 2008.

WASTE ATLAS PARTNERSHIP - WAP (D-WASTE, ISWA, UNIVERSITY OF LEEDS, WTERT, SWEEP-NET AND SWAPI). Waste Atlas Report. 2014. Disponible em: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9751>.

WORLD FOOD PROGRAMME - WFP. Evaluación de Seguridad Alimentaria para población colombiana. Bogotá D.C.: WFP, 2023.



# Capítulo 7

**BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE  
TRANSGÊNICO EM SOLO BRASILEIRO: A  
DEFESA DE TRÊS TESES SOB OLHAR DE UM  
CIENTISTA SOCIAL**

# BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE TRANSGÊNICO EM SOLO BRASILEIRO: A DEFESA DE TRÊS TESES SOB OLHAR DE UM CIENTISTA SOCIAL

Eliana de Andrade Sarmento

**Resumo:** Este trabalho aborda sobre biotecnologia na agricultura na produção de transgênico em solo brasileiro. Utilizou-se da metodologia pesquisa bibliográfica com leituras de artigos, periódicos, dissertações e teses que contemplem o tema abordado, excluindo-se, contudo, artigos que não contemplassem o tema proposto. Historicamente, os produtos geneticamente modificados são comercializados em maioria dos países. Na década de 70 a ciência avançou nos estudos da biologia, e com isso, a utilização desses produtos, cogitando-se, contudo, a questão da biossegurança sobre o uso nas pesquisas biotecnológicas. Os desenvolvimentos econômicos e sustentáveis conseguidos por meio de novos conhecimentos tecnológicos, como o exemplo da



biotecnologia, podem ser considerados relevantes no âmbito das pesquisas científicas, para isso são levantados nesse trabalho três pontos importantes traduzidos em três teses defendidas pela autora. Na Primeira discorre sobre ser ou não favorável a biotecnologia em solo brasileiro na agricultura. Enquanto, na Segunda tese, se posiciona sobre sua produção, levantando a questão da bioética. Por fim, a Terceira tese, sobre o papel da sociedade, onde ela precisa criar mecanismos de controle social democrático. Considera-se que pela observação dos aspectos analisados a biotecnologia é uma ferramenta que embora proporcione grandes avanços em diversas áreas do conhecimento científico, como o exemplo de melhorar a agricultura nos diversos solos brasileiros. Nota-se ser uma ferramenta poderosíssima à qualidade de vida, que, em mãos erradas, pode causar efeitos contrários a humanidade na qual afinal se propõe. Assim, foi uma pesquisa qualitativa ao apresentar caráter exploratório e técnico da biotecnologia, transgênico em solo brasileiro.



**Palavras-Chave:** Solo. Biotecnologia. Transgênico.

**Abstract:** This work deals with biotechnology in agriculture and the production of transgenic crops on Brazilian soil. The methodology used was bibliographical research with readings of articles, periodicals, dissertations and theses that deal with the subject, excluding, however, articles that do not deal with the proposed theme. Historically, genetically modified products have been commercialised in most countries. In the 1970s, science advanced in the study of biology, and with it, the use of these products, although the issue of biosafety regarding their use in biotechnological research was considered. The economic and sustainable developments achieved through new technological knowledge, such as biotechnology, can be considered relevant in the context of scientific research. To this end, three important points are raised in this work, translated into three theses defended by the author. The first thesis discusses whether or not biotechnology is favourable for agriculture on Brazilian soil. In the second thesis, she takes



a stance on her production, raising the issue of bioethics. Finally, the third thesis is about the role of society, where it needs to create mechanisms for democratic social control. It can be seen from the aspects analysed that biotechnology is a tool that, although it provides great advances in various areas of scientific knowledge, such as improving agriculture in the various Brazilian soils. It is a very powerful tool for the quality of life, which, in the wrong hands, can have the opposite effect to the humanity it is ultimately intended to serve. Thus, this was a qualitative study that explored the technical nature of transgenic biotechnology in Brazilian soil.

**Keywords:** Soil. Biotechnology. Transgenic.

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre a biotecnologia vegetal apontam que ela vem enquanto alternativa tecnológica, para resolver problemas da agricultura, e para seu desenvolvimento e



aplicação, utilizam organismos biológicos na produção de bens e serviços, logo a biotecnologia é uma alternativa importante para resolver diversos problemas atuais na agricultura.

O conhecimento sobre biotecnologia é bem antigo. Seus processos são utilizados desde as antigas civilizações gregas e egípcias na fabricação de vinhos, queijo, cervejas; através dos processos de fermentação, mesmo sendo considerada uma forma primitiva, mas é o início na literatura sobre o surgimento dessa ferramenta.

Atualmente a biotecnologia abrange diferentes segmentos do saber que incluem a ciência – biologia molecular, microbiologias, genética, entre outras. Para Borem (2005) é assunto da história da ciência desde mais ou menos 7000 a.C, em que se ouvia relatos sobre a fermentação do vinho e da uva. Na Mesopotâmia em 8000 a.C. havia a prática de separar as melhores sementes para plantio. Entretanto, a biotecnologia do século XXI é diferente de quando foi criada conforme afirma.

O Ácido Desoxirribonucléico (DNA) recombinante



altera a genética dos vegetais e é utilizado na agroindústria para os transgênicos ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Na indústria química, a Biotecnologia atua nos processos genômicos e fermentativos. No âmbito Ambiental é usado para reversão da produção de resíduos e criar alternativas biodegradáveis para evitar poluição (Damasceno Junior e Oliveira, 2021)

Entretanto, os Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e transgênicos, estudos apontam diferenças entre eles. A primeira precisa possuir algum tipo de modificação em seu material genético, ou seja, no seu DNA por meio de tecnologias da engenharia genética, assim, é possível melhorar características em várias culturas, a exemplo de plantas resistentes às pragas. Os prognósticos são imensos para melhorar a qualidade de vida em vários segmentos da vida na terra.

Os transgênicos, são aqueles organismos que receberam genes de espécies não sexualmente compatíveis, podem abarcar outros tipos de modificações no seu material genético. Em síntese, é preciso ficar atento sobre o que



se diz nos estudos a este trabalho, pois diz-se que, todo transgênico são grupo de OGMs, porém, nem todo OGM é um transgênico.

Contudo, com a Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, art. 3º, para efeitos dessa lei, e melhor explicitando sobre o tema em questão, considera-se as nomenclaturas:

I – Organismo: toda entidade biológica capaz de reproduzir ou transferir material genético, inclusive vírus e outras classes que venham a ser conhecidas;

II – Ácido Desoxirribonucléico - ADN, ácido ribonucléico - ARN: material genético que contém informações determinantes dos caracteres hereditários transmissíveis à descendência;

III – moléculas de ADN/ARN recombinante: as moléculas manipuladas fora das células vivas mediante a modificação de segmentos de ADN/ARN natural ou sintético e que possam multiplicar-se em uma célula viva, ou ainda as moléculas de ADN/ARN resultantes dessa multiplicação; consideram-se também os segmentos de ADN/ARN sintéticos equivalentes aos de ADN/ARN natural;



IV – Engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante;

V – Organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética;

VI – Derivado de OGM: produto obtido de OGM e que não possua capacidade autônoma de replicação ou que não contenha forma viável de OGM;

VII – Célula germinal humana: célula-mãe responsável pela formação de gametas presentes nas glândulas sexuais femininas e masculinas e suas descendentes diretas em qualquer grau de ploidia;

VIII – Clonagem: processo de reprodução assexuada, produzida artificialmente, baseada em um único patrimônio genético, com ou sem utilização de técnicas de engenharia genética;

IX – Clonagem para fins reprodutivos: clonagem com a finalidade de obtenção de um indivíduo;

X – Clonagem terapêutica: clonagem com a finalidade de produção de células-tronco embrionárias para utilização terapêutica;

XI – Células-tronco embrionárias:



células de embrião que apresentam a capacidade de se transformar em células de qualquer tecido de um organismo (Brasil, 2005, s/n).

Pode-se considerar que a biotecnologia, OGM, transgênico avançaram muito nos últimos anos e é uma realidade seus impactos em solo brasileiro. Historicamente, os produtos geneticamente modificados são comercializados em maioria dos países, na década de 70 a ciência avançou nos estudos da biologia, e com isso, a utilização dos produtos geneticamente modificados, como o exemplo do Reino Unido, cogitando-se, contudo, a questão da biossegurança sobre o uso nas pesquisas biotecnológicas, ou seja, Kinderlerer (1999, p. 4), “[...] a regulamentação de pesquisas biotecnológicas começou a ser discutida no Reino Unido no início da década de 70, quando cientistas de vanguarda se depararam com determinados avanços da biologia que exigiam respostas rápidas quanto a questões da segurança.

Foi um período que não só se discutia os ganhos



com a utilização da ferramenta biotecnológica na área da agricultura, mas também, na área da saúde com a possibilidade de cura de algumas doenças causadas por deficiências genéticas como o exemplo da diabete. A insulina humana produzida em laboratório para os diabéticos é graças a ferramenta biotecnológica. É um contexto de descobertas que tende avançar e requer pensar também sobre riscos tecnológicos nas futuras criações, pensar a ética e a moral na produção de insumos em nome da saúde, e não pelo viés econômico das grandes indústrias farmacêuticas que investem em pesquisas. Corroboram com essas reflexões:

Quando se trata de riscos tecnológicos, não se está lidando apenas com a incerteza econômica ou científica e tecnológica, mas também com a incerteza ética e moral. À primeira ordem de incertezas, a sociedade responde com o estabelecimento de regulamentação técnica mais estrita, por exemplo, no campo da biossegurança, do uso de animais para pesquisa e da propriedade e comércio de bens de alto conteúdo tec-



nológico. Relativamente à segunda categoria de incertezas, além do debate no campo da biossegurança, verifica-se a legítima intensificação do debate ético (Scholze, 1999, p. 32)

É notório os avanços nas ciências e a utilização de novas ferramentas ao longo das últimas décadas, e com elas, a necessidade da discussão ética nas ações implantadas e, a serem implementadas, necessitam estar em consonância com a apreciação e deliberação de novos marcos legais nas pesquisas, pois devem acompanhar o tempo que se quer instituir levando-se em conta a moral de cada tempo.

Deve-se, contudo, hoje, considerar o desenvolvimento sustentável nas ações da biotecnologia e, na produção de transgênico em solo brasileiro observando as futuras gerações. Conforme preconiza a Constituição Federal no art. 255: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo



para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988)

Seja essa preservação nos aspectos da biossegurança, econômico, social e seus impactos, em razão do uso do solo e de uma tecnologia com presentes e futuras patentes a serviço do que e de quem de fato na sua utilização? Seja na produção de soja, café e outros alimentos. Pois o mundo enfrentou tempos difíceis com a agricultura brasileira e as indústrias de agrotóxicos, dos custos sociais na modernização da agricultura, onde a intoxicação de milhares de trabalhadores que entravam em contato com venenos na produção de alimentos em diversificados solos, portanto, deve-se estar preparado com as leis e suas diretrizes nas pesquisas de biotecnologia e transgênicos nesse país.

Pois não faz muito tempo, a exemplo da segunda guerra mundial, que os agrotóxicos começaram a ficar mais conhecidos, terem popularidade, e foi onde o mundo viu o controle de pragas na agricultura. Mas de que forma se deu seus impactos? O Brasil também teve sua cota de consumo e os impactos ver-se ainda atualmente sobre agrotóxicos



nos alimentos.

No Brasil, a década de 40 estimulou o começo e se difundir o uso dos agrotóxicos. Na década de 1960, a isenção de impostos (ICM, IPI), favorecia o uso e os fabricantes nacionalmente tinham as taxas reduzida e aeronaves pulverizadoras, não incidiam cobranças de impostos. Na década de 70, o Banco do Brasil instituiu indispensável 15% (valor de empréstimos) o custeio para a aquisição dos agrotóxicos; com crescimento da indústria brasileira de agrotóxicos em decorrência da implementação. Na década de 80, estados como o Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, há registro de cerca de 500 pessoas morreram e mais de 8.000 foram intoxicadas (Bull e Hathaway, 1986).

Mas é relevante destacar o que os estudos apontam. Que o aumento da produtividade não se deve exclusivamente ao emprego dos agrotóxicos, mas, principalmente, ao melhoramento genético das plantas e mecanização no campo. Os desenvolvimentos econômicos e sustentáveis conseguidos por meio de novos conhecimentos tecnológicos, como o exemplo da biotecnologia, podem ser considerados



relevantes no âmbito das pesquisas científicas.

Entende-se que os conhecimentos são importantes ferramentas para o constante crescimento e avanços nas áreas das ciências agrárias, ambientais e outras, são importantes ainda, para garantir a produtividade de forma sustentável em variáveis culturas e seus impactos na economia seja na redução no uso de recursos naturais de nossos lençóis freáticos, de nosso solo de forma geral, em síntese: água e terra. Mas e o controle sobre tantas ditas relevantes descobertas na ciência?

A preocupação com a segurança na área da biologia, da necessidade de preservar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida como vimos no art. 225 da Constituição Federal de 1988, a chegada da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, vem para regulamentar os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, ainda: “estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança



(CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB)” (Brasil, 2005, s/n).

É relevante destacar que no processo de aumento e qualidade na produtividade alimentar com o uso da engenharia genética, e por vir liberação no meio ambiente dos OGM, deve haver o controle no processo em regular as ações que vai envolver esses organismos, assim: “Lei n.º 8.974, de 5 de janeiro de 1995, regulamenta os Incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, Estabelece Normas para o Uso das Técnicas de Engenharia Genética e Liberação no Meio Ambiente de OGM” (Brasil, 1995, s/n). Nessa perspectiva, essa lei recebeu a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, no Art. 1º (Brasil, 2001), com a criação no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, a CTNBio. Essa comissão normatizará segurança e pareceres técnicos e científico - na biotecnologia, na engenharia genética, na biossegurança, na bioética, e em áreas afins.

Por fim, é notório nos rótulos de muitos produtos nas prateleiras dos mercados brasileiros, o símbolo que



significa transgênicos. Ele é um triângulo amarelo com a letra T no meio. São aqueles produtos modificados geneticamente, onde há alteração do DNA (código genético) e produzidos em laboratório por meio de técnicas artificiais de engenharia genética.

Diante o exposto, existem polemicas ainda nos dias de hoje sobre a utilização dos OGMs e possíveis impactos ao ser humano e ao meio ambiente. O fato é que estamos consumindo todos os dias esses organismos identificados pelo símbolo nas várias prateleiras dos supermercados desse país. E, ainda, os medicamentos.

Notoriamente, Brasil é um país detentor de grande diversidade biológica em seu solo, rico em plantas, animais e microrganismos. Rotular os alimentos, portanto, é uma realidade necessária, e, está previsto no Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078, de 11/09/90 \_ art. 6º, III e art. 8º). Deve-se garantir informação sobre um produto, para que o indivíduo possa ter seu direito de escolha garantido legalmente. Ainda, não vale ficar nas leis descritas em papeis a nossa segurança alimentar, medicamentosa, pois é



letra morta se não existir de fato um controle real sobre toda e qualquer produção para o consumo da população.

## **SOLO BRASILEIRO**

Conforme o dicionário Houaiss (2009, p. 1767), entende-se por solo:

A superfície sólida da crosta terrestre onde pisamos, construímos etc.; chão, terra [...] conjunto das acumulações de partículas sólidas que constituem a crosta terrestre, desde os profundos depósitos geológicos até as camadas de superfície[...] parte superficial e consolidada de terra arável, que inclui matéria orgânica e vida bacteriana que favorecem o desenvolvimento das plantas.

Existe no Brasil, uma variedade de elementos naturais que formam nosso solo, a exemplo do clima, os organismos vivos etc. Assim também, diversos solos existentes que estão classificados em arenoso, orgânico etc.



Sobre solo e agricultura, Prezotti e Guarçoni (2013, p. 9), destacam que: “Um dos aspectos mais importantes para uma agricultura sustentável é o conhecimento da fertilidade do solo, além de suas características e limitações, para que intervenções sejam realizadas da maneira mais racional possível, evitando-se os desequilíbrios ambientais”

O manejo qualificado, portanto, no trato do solo é relevante à produção na agricultura com sustentabilidade. É claro que com recursos científicos pode-se ampliar a capacidade produtiva do solo, ele não é uma condição imutável, mas está sujeito a deterioração e não pode ser subestimado em sua capacidade produtiva, se, ele for envenenado com uso de agrotóxicos e, outros insumos em situações experimentais em nome da ciência.

Uma corrente de pensamento sobre os transgênicos fala que com os solos pode ocorrer a contaminação genética ocasionada pela disseminação de seu pólen em diversos solos plantados, entre outras considerações, explicitado a seguir:



Danos a espécies não-alvos- através do transporte do pólen pelo vento, água, insetos, aves, poderá ocorrer a contaminação de plantações não transgênicas (nativas) com os genes das modificadas, levando a uma chamada poluição genética. No México, DNAs do milho transgênico foi encontrado nas plantações, mesmo com a proibição desses produtos no país de origem desse cereal. Alteração da dinâmica dos ecossistemas- a introdução de uma nova espécie em um meio e as monoculturas podem levar ao desaparecimento de outras espécies da cadeia alimentar que utilizavam o meio natural para a alimentação e reprodução. Produção de substâncias tóxicas- isto pode ocorrer após a degradação incompleta de produtos químicos perigosos codificados pelos genes modificados. Perda da biodiversidade- a manipulação de genes poderá propiciar o aparecimento de novas espécies melhores adaptadas ao meio ambiente. Isto poderá levar ao desaparecimento de espécies mais frágeis em relação à – CIB adaptação ao meio ambiente, através de uma seleção “natural” (Alves, 2004, p.8-9).



Outra corrente de pensamento, nos dizeres do Conselho de Informações sobre Biotecnologia – CIB, no levantamento realizado após 20 anos de transgênicos: impactos ambientais, econômicos e sociais no Brasil. A CIB é uma organização não-governamental e uma associação civil sem fins lucrativos e sem conotação político-partidária. Seu objetivo é divulgar informações técnico-científicas sobre a biotecnologia, aumentando a familiaridade de diversos setores da sociedade com o tema. BRASIL, Agroconsult consultoria especializada em agronegócios no Brasil/2018.

De acordo com Brondani (2019), os transgênicos tiveram contribuição importante para o meio ambiente, pois com a otimização desse contribuiu para o decréscimo do uso de defensivos agrícolas no controle de pragas. A redução estimada foi de 16% para milho inverno, 18% para milho verão, 32% para algodão e 36% para soja. Esse autor reforça que os transgênicos participam com uma agricultura mais sustentável, pois a redução de defensivos agrícolas diminui o impacto ambiental na área cultivada, o que significa



menores riscos ao meio ambiente, aos trabalhadores e aos animais.

Dentre os impactos positivos e/ou negativos, destaca-se nesse trabalho a contaminação de solo se porventura ocorrer pode alterar a sua qualidade com a perda de seus nutrientes naturais, e, zelar pela qualidade do solo vai além de uma produção de transgênicos, é uma preocupação social que todos os investidores conscientes devem ter.

Os agrotóxicos no controle de pragas nas plantas transgênicas resistentes aos mesmos, fertilizantes para corrigir deficiências do solo, assim como os resíduos de indústrias podem danificar o solo. Assim também, nova espécie introdução num meio podem levar o desaparecimento das monoculturas e de outras espécies da cadeia alimentar que utilizavam o meio natural para a alimentação e reprodução. O solo orgânico nesse contexto poderia ficar vulnerável, já que ele se compõe da decomposição de animais, vegetais, microrganismos e outras variáveis existentes.



São reflexões, posicionamentos que tomados em um contexto complexo nos quais os riscos e as incertezas existem, nem sempre podem apropriadamente dimensionar o processo de decisão quer positivo ou negativo no uso dos transgênicos e biotecnologia. O que nos fez refletir sobre alguns posicionamentos conforme a seguir.

## **BIOTECNOLOGIA E TRANSGÊNICO - DEFESA DE TRÊS TESES SOB UM OLHAR DE UM CIENTISTA SOCIAL**

Falar da ciência, é entendê-la como “Reunião dos saberes organizados obtidos por observação, pesquisa ou pela demonstração de certos acontecimentos, fatos, fenômenos, sendo sistematizados por métodos ou de maneira racional: as normas da ciência” (Ferreira, 2022, s/n). Enquanto a técnica, é considerada a maneira, jeito ou habilidade especial de executar ou fazer algo

O Cientista social, no seu trabalho, faz uso das ciências sociais e Sobral (2004) ressalta que essa ciência



aborda as relações de trabalho, a evolução educacional e do conhecimento, as novas formas das identidades coletivas e individuais, as desigualdades sociais expressas de diversas maneiras, as formas de violência, a emancipação feminina, a estrutura rural, as novas revoluções científicas tecnológica e seus impactos sociais.

Dentro do contexto acima, pode-se destacar o exemplo de uma revolução científica, a biotecnologia vegetal, sendo o melhoramento genético através da transferência de genes e a consequente obtenção de plantas transgênicas com características fenotípicas, e outras, são mais vantajosas do ponto de vista socioeconômico.

Contudo, da teoria à prática, quanto mais se procura informações sobre os estudos bibliográficos (por meio de livros; periódicos – jornais e revistas; artigos científicos; as teses e dissertações acadêmicas), e outros, mais questionamentos há, e, assim também se encontra sobre o tema transgênico.

Desse ponto de vista, os transgênicos têm repercussão no mundo inteiro. Questionado desde a sua



utilização e os possíveis impactos observados nas ciências sociais. A realidade, entretanto, se apresenta bem complexa, ou seja: de um lado, proposta da ciência e da técnica – ganhos socioeconômicos a humanidade. De outro lado, a sociedade global – consumidores, políticos, multinacionais, ambientalistas, entre tantos outros atores sociais. Estes divergem sobre a utilização não só dos transgênicos em solo brasileiro e nas mesas dos brasileiros, mas também, do ponto de vista da tecnologia-biotecnologia em mãos erradas em nome da ciência.

A ciência e a técnica devem estar a serviço da humanidade. Através da biotecnologia, especificamente usada na agricultura, já de início demonstrou um modo de exclusão, onde pronunciava em 1997, nos dizeres de Kraychete (p. 72):

“[...] duas empresas de biotecnologia com sede nos EUA anunciaram que haviam produzido baunilha em laboratório [...] só em Madagascar, que produz mais de 70% da safra mundial, 70.000 agricultores dependem dessa cultura para sua sub-



sistência.

Várias empresas de biotecnologia estão se concentrando na produção em laboratório de adoçantes [...] Estudos realizados na Holanda indicam que mais de 10 milhões de agricultores do Terceiro Mundo poderá ficar sem seu sustento na medida em que adoçantes fabricados em laboratórios comecem a invadir os mercados mundiais.

Com o passar dos anos, outras considerações a respeito, que vai somar a tantas outras conforme Leite (2007), quando se refere aos alimentos transgênicos o risco estão ligados a saúde humana. Pois, os alimentos quando modificados geneticamente, secretam substâncias incomuns as quais podem desencadear um processo alérgico no organismo dos seres humanos.

No campo econômico, sobre as questões da permissão ou proibição dos alimentos transgênicos, sejam eles a soja, milho, enfim, no Brasil, que não está claro, a eficácia desta prática da biotecnologia (Maftum; Mazza e Correia, 2004). Esses autores, reforçam que, os benefícios



aos produtores e consumidores, exemplificam uma colheita abundante e mais resistente aos agentes externos, porém, afirma que, podem trazer consequências devastadoras ao meio ambiente e à saúde da população humana.

Aqui, o posicionamento não é ser contra a biotecnologia – produto da ciência e da técnica. Porém, a sociedade deseja saber: à que veio e a quem veio servir os transgênicos? Para pôr em risco a segurança biológica ou diminuir a degradação ambiental? Para beneficiar a saúde ou para prejudicá-la por falta de mais testes? Para beneficiar a agricultura de um modo geral ou privilegiar uma minoria de poder econômico? Para haver monopólio de mercado ou para o acesso democrático da produção? Para gritar que haverá agilidade nos medicamentos a população na cura de doenças, mas quem de fato poderá consumi-los?

Afinal, o Brasil tem uma imensa biodiversidade, laboratório desejável para utilização da ferramenta biotecnológica.

Após tantas reflexões sobre a temática deste trabalho. Que tem como pano de fundo uma série de



questões: sócio, político, econômico na sociedade. Recorre-se a um texto de Thompson (1999, p. 26), que ilumina reflexões dizendo: “[...] é de natureza da maior parte dos registros existentes refletir o ponto de vista dos poderes existentes”. Para discutir que não existe o consenso dos possíveis impactos na utilização da biotecnologia e dos transgênicos à sociedade em vários aspectos.

Nesse contexto, entende-se que a biodiversidade, biossegurança e bioética, são questões que em primeira instancia precisariam estar fundentes – sobre o ponto de vista da utilização da biotecnologia para fins agrícolas.

A biotecnologia permite retirar os genes de um organismo e a transportá-lo para outro. Nesse sentido, sobre diferentes vidas. Para Ferreira (1986, s/n), “Cada espécie vegetal ou animal possui um número constante de cromossomos, que transmitem os caracteres hereditários de cada ser e constituem unidades definidas na formação do novo ser. Todo material genético se ainda não tem terá um dia sua importância para humanidade.

No Brasil, por exemplo, o solo da floresta



Amazônia, parte do patrimônio nacional, contém imensos recursos genéticos. Todavia se usado indiscriminadamente os recursos – como irá assegurar ações humanas que em nome da ciência utilizam desses recursos para fins pessoais em detrimento dos interesses da humanidade? O quadro 1, mostra produtos da flora amazônica patenteados no exterior.



Quadro 1 – Produtos patenteados da Amazônia

Planta	País	Indicações	Proprietário patente
Quebra-pedra	Estados Unidos	Contra hepatite B	Fox-Chase Cancer Center, Filadélfia
Guaraná	Estados Unidos	Extrato de semente usado contra coágulo	Cincinnati University
Espinheira Santa	Japão	Antiflamatório	Laboratório Mektron
Muirapurama	Japão	Afrodisíaco	Taisho Pharmaceutical Company
Borracha	Estados Unidos, Inglaterra, Japão	Folhas de seringueira são usadas para produzir “elssinar” material para películas de embalagens e revestimentos	BP Chemicals (British Petroleum) e governo do Japão
Pfaffia (suma)	Japão	Antitumoral	Wakunaga Pharmaceutical Co. e Rohito Pharmaceutical Co.
Sangue-de-draga	Estados Unidos	Antiviral e contra diarreias em doentes de Aids	Shaman Pharmaceuticals

Fonte: O Estado de S. Paulo, 5 de nov. 1998, Gazeta Mercantil Pará, 30 e 21 de jan. 1999. Apud, In: anais, Seminário Internacional Sobre Biodiversidade e Transgênico. Senado Federal. Brasília. 1999.p. 101.



Nesse sentido, levanta-se as seguintes questões:  
que medidas foram tomadas pelo governo brasileiro?

A lei da biodiversidade é suficiente para lidar com essas questões? Como esses países reagiriam se o Brasil patenteasse plantas deles?

A biossegurança conforme descrita, lei no Brasil que engloba a tecnologia de engenharia genética – é suficiente para assegurar os avanços tecnológicos e proteger a saúde humana, animal e o meio ambiente?

Até onde assegurariam as diferentes vidas?

Pensando nisso, discute-se até os dias de hoje a bioética – BIO+vida + ética conforme Ferreira (1986, s/n), ética é tratada como os estudos dos juízos de apreciação referentes à conduta suscetível de qualificação do ponto de vista do bem e do mal, seja relativamente à determinada sociedade, seja de modo absoluto.

Conforme Garrafa (1999, p. 14), “o que vale é o desejo livre, soberano e consciente dos indivíduos-cidadãos e sociedade humana, desde que não invadam a liberdade e os direitos de outros indivíduos e outras sociedades”.



Para esse autor, a bioética trabalha, portanto, o pluralismo moral e a liberdade, com responsabilidade; entre as dificuldades em trabalhar às relações, entre a certeza do que é benefício e a dúvida sobre os limites - fronteira com tão pouca iluminação moral, é que podere-se encontrar o terreno da prudência.

Entende-se que, a bioética deve ser o princípio das ações dos que lidam com a vida. É a conduta para o bem da humanidade e não de uma minoria.

É o respeito a geração futura. Para Espolador (2010, p. 94) “a bioética, visa impedir a destruição da vida e regular a criação de novas formas de vida em laboratório pela engenharia genética”. Diante o exposto até aqui, teceremos nossas considerações finais defendendo três teses.

## **CONSIDERAÇÕES**

### **Primeira Tese: somos favoráveis a biotecnologia em solo brasileiro na agricultura**

A ciência tem contribuído ao longo dos tempos



para corrigir imperfeições nas diversas áreas da saúde, meio ambiente, dentre outros. Contudo, considera-se a precisão do uso da biotecnologia, ou seja, como a biotecnologia de plantas – pega-se um gene e adiciona à cadeia do DNA. Isto significa que a pessoa que estiver trabalhando com essa técnica (biotecnologia), transfere apenas o gene desejado. Enquanto o melhoramento tradicional, combina muitos genes de uma só vez. Ou seja, a partir desse suposto – não há o controle preciso por parte do melhorista sem o uso da ferramenta biotecnologia.

Conforme Borém e Milach (1999), a atual composição genética das diversas culturas é o resultado da domesticação que elas foram submetidas durante séculos. Ainda que, a parceria estabelecida entre melhoristas e biotecnologistas resultará benefícios para a sociedade.

Em síntese, esse autor menciona, ainda que essa tecnologia será incorporada paulatinamente à rotina do melhoramento, tornando o melhoramento genético mais preciso para desenvolver novas variedades.

Porém, o que nos preocupa Dyson (1993, p. 23),



ser “o código químico da natureza em todos os organismos – plantas, animais, insetos, micróbios e seres humanos, assim, todos genes teoricamente intermutáveis”

Neste sentido, com o uso da técnica da biotecnologia, que permite transportar um gene de um organismo para outro; como saber se usada indiscriminadamente entre as espécies intermutáveis. Qual seria o controle social mais eficaz por exemplo, às empresas que investem, entre outros, que se utilizam dessa tecnologia? Os riscos existem, contudo, somos forçados, em prol das circunstâncias, embora apoiando a biotecnologia por sua precisão no melhoramento genético a defender uma segunda tese.

### **Segunda Tese: a favor da produção com bioética**

Não se pode negar a eficiência da biotecnologia na área da saúde por exemplo, na produção da insulina humana para o tratamento da diabete.

Para fornecer a insulina em quantidades necessárias para uso médico



e através de processo tecnológico mais preciso e com menos substâncias indesejáveis, o gene que produz a insulina humana foi isolado e transferido para uma bactéria. As bactérias se multiplicam e crescem em um tanque de fermentação, produzindo a proteína insulina [...]. A insulina então é isolada e purificada para o tratamento de diabetes” (Brasil, CTNBIO, S/D, p. 13).

Entretanto, Weid (1999, p. 61), diz que: “já são muitos os cientistas que apontam para os riscos de contaminação genética na natureza através do fluxo espontâneo de genes entre plantas transgênicas e suas parentes, silvestres”. Portanto, cada transgênico é um caso a sua avaliação sobre o ponto de vista de risco: saúde, meio ambiente, entre outros.

Isto significa refletir também sobre qual tipo de produto transgênico pode advir na troca de pedaços de informações genéticas de um organismo para outro? Com isso, como saber, ou como prevenir sobre o que está sendo criado em laboratório? Se a biotecnologia na produção de



um produto transgênico, ao transferir informações genéticas que são conhecidas como engenharia genética – processo utilizado na biotecnologia. Não estiver presente a bioética por parte dos que conduzem esta técnica, ela há de servir aos interesses de quem?

Neste sentido, precisa aumentar a fiscalização à produção das OGMs, quem nos garante a ética dos profissionais na manutenção deles em nome da ciência? Existe corrupção em toda parte. Portanto, é preciso avaliar essa produção sobre vários olhares da sociedade. Este ponto, leva-nos a terceira tese.

### **Terceira Tese: a sociedade precisa criar mecanismos de controle democrático**

Ao ser direcionados nosso olhar sobre a repercussão da biotecnologia para fins agrícolas no Brasil desde seu surgimento, onde o maior impacto foi levantado na mídia, hoje, pouco se houve falar se formos comparar, mas as prateleiras dos supermercados estão cheias desses



produtos. Não restam dúvida que estamos diante de uma questão que diz respeito à sociedade sobre caminhos de controle democrático à qualidade dos produtos expostos.

Pensar à vida não enquanto comércio-biocomércio; isso é um ponto. Mas pensar a vida com ética, responsabilidade, honestidade.

O intenso progresso-tecnológico, não alcança a maioria da população brasileira por exemplo. Em nome da vida, investe-se vultuosas somas de dinheiro à produção de bens e serviços a humanidade. Quando sabemos que poucos tem acesso, por exemplo, a bons hospitais com equipamentos de tecnologia de ponta, acesso a alimentos – indicados pelos profissionais da área como essenciais à saúde; habitação com condições de vida cidadã, educação de qualidade do ensino médio, entre outros.

Frente aos dilemas postos sobre os transgênicos – não só do produto em si, mas a que veio a biotecnologia na agricultura?

Portanto, defendemos que a sociedade precisa estar organizada e criar mecanismos de controle seja no âmbito



dos conselhos sociais – levando seus questionamentos e propostas; seja realizando seminários – onde centralize informações coletadas nas instâncias competentes para então, elaborar, direcionar ações concisas em prol de um desenvolvimento sustentável para o país; entre outras ações pontuais.

Nessa perspectiva a interdisciplinaridade de ações entre técnicos, para responder compativelmente as necessidades sociais. Se faz necessário a atuação de profissionais que conheçam a dimensão social sobre vários aspectos. Não só do ponto de vista de produção de bens e serviços a humanidade – como é o caso da biotecnologia explicada por técnicos nesta área. Mas também, do ponto de vista da sociedade e seus impactos quer positiva ou negativamente em várias direções; e, ser estudado, interdisciplinarmente para alcançar soluções e não exclusão social.

Daí a elaboração de projetos pretenciosos de reestruturação produtiva no campo, como preconiza a biotecnologia – especialmente no Brasil, deve contar com



um diagnóstico social da realidade brasileira. Caso o objetivo nacional seja o desenvolvimento para o país, isto diz respeito a toda sociedade, a que veio e quem veio servir a biotecnologia na agricultura sobre diferentes aspectos.

Isto porque, há dúvidas sobre vários aspectos da biotecnologia para fins agrícolas, caso dos transgênicos, ainda, atualmente seja na saúde e meio ambiente. E os interesses das multinacionais em inserir os transgênicos rapidamente no mercado, a fim de rever seus investimentos, entre outras questões.

Deve-se organizar e pedir maiores esclarecimentos sobre o que hoje consumimos. As pesquisas não devem parar, mas é preciso apurar os impactos sobre essa moderna biotecnologia e os transgênicos em solo brasileiro na produção de alimentos, medicamentos, pesquisas entre outro.

Destarte não podemos negar a presença estratégias políticas entre nações sobre transações comerciais entre outros. Mas, não existe nação se não houver um povo. E principalmente na presença de um povo, o governo se faz



ausente quando faculta suas ações em detrimento do social.

Daí, acreditamos que a biotecnologia na produção dos transgênicos, não deve ser propriedade intelectual de ninguém. Isto é, o que está sendo produzido por esta tecnologia se é para a sociedade deve ter a dimensão social. Assim, ser tecnicamente estudada, não significa o envolvimento só de: melhoristas, biotecnologistas, biólogos, agrônomos e outras áreas afins. Mas, o envolvimento de técnicos de outras áreas. Assim, visualizar como um todo, a sociedade. Ou seja, ser politicamente viável chegando o mais próximo das reais necessidades socioeconômicas do país.

Para concluir, e/ou melhor, tecer as considerações finais neste trabalho, recorre-se a Ammann (1992, p. 76),

Um desenvolvimento é harmônico quando se processa “em sentido global e equilibrado”; é autêntico se respeita as características do país; democrático, se realizado “com a participação consciente e livre do povo”, e finalmente, solidário quando objetiva a promoção “de todos” e não de “uns poucos”.



Para nós, cremos que deve haver um debate político nacional em torno das pesquisas da ciência e seus avanços, em especial sobre os transgênicos. Isto ouvir não só sobre o mercado, produtor, infraestrutura, agricultores e, questões ligadas ao monopólio. Esse, em várias direções: tecnológico, sementes etc., mas detectar outras variáveis que levem a participação social.

Assim, nos posicionamos em favor da equidade e justiça social, que assegure universalidade de acesso a bens e serviços relativos aos programas e políticas sociais que devem ser apresentadas, bem como uma gestão democrática, conforme um dos princípios fundamentais no código de ética dos assistentes sociais, um cientista social.

Muitos outros levantamentos em nossos estudos sobre os impactos em relação ao uso da biotecnologia sejam positivos e/ou negativos. Contudo, ações estão sendo tomadas. Hoje, contamos com portaria nº 4.488, de 23 de fevereiro de 2021, que institui, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a iniciativa Brasil-Biotec,



e cria o comitê gestor responsável pela sua supervisão e implementação de seus objetivos. No Art. 1º:

Fica instituído, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a Iniciativa Brasil-Biotec, com vistas a estruturar ações que irão contribuir com a Política Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P, D & I) em Biotecnologia, além de criar, integrar e fortalecer ações governamentais na área, com foco na promoção da ciência, da inovação e do desenvolvimento econômico e social (Brasil, 2021, p. 6).

Portanto, devemos acompanhar e tomar partido dessas iniciativas legais de nossos governantes e abrir proposições a participação e controle social.

## REFERENCIAS

ALVES, G.S. A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. *Holos*, v. 2, p.1-10, out. 2004.



AMMANN, S.B. Ideologia do Desenvolvimento de Comunidade no Brasil. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2018. 264 p

BORÉM, A.; MILACH, S.C.K. Melhoramento de Plantas. Revista biotecnologia ciências & desenvolvimento, Viçosa, n. 7, Ano 2, jan./fev. 1999.

BORÉM, A.A. História da biotecnologia. Revista biotecnologia ciências & desenvolvimento, Viçosa, n.34, p.10-12, jan./jun. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm). Acesso em: 15 jan. 2022.

BRASIL. Portaria nº 4.488, de 23 de fevereiro de 2021. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Diário Oficial da União: secção 1, Brasília, DF, n. 36, p. 6, 24 de fevereiro de 2021. MP nº 2.200-2 de 24/08/2001. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet>

BRASIL. Medida Provisória, no 2.191-9, de 23 de Agosto de 2001. Acresce e altera dispositivos da Lei no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/)



mpv/antigas\_2001/2191-9.htm#:~:text=MEDIDA%20PROVIS%C3%93RIA%20No%202.191,23%20DE%20AGOSTO%20DE%202001.&text=Acresce%20e%20altera%20dispositivos%20da,Art. . Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995. Regulamenta os Incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, Estabelece Normas para o Uso das Técnicas de Engenharia Genética e Liberação no Meio Ambiente de Organismos Geneticamente Modificados. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1995/lei-8974-5-janeiro-1995-348748-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. Assembleia Nacional Constituinte. Constituição da República do Brasil. Brasília-DF, 1988.

BRESSER-PEREIRA, L.C. O que é biotecnologia. In: A Biotecnologia presente em nosso cotidiano. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBIO). Brasília. S/D, p. 13.

BRONDANI, A. Em 20 anos de transgênicos, o que os números revelam? Conselho de Informações Sobre Biotecnologia – CIB. p. 80-81, 2019. Disponível em: <https://sciam.com.br/wp-content/uploads/2019/03/cib->



transgenicos-2.pdf. Acesso em: 18 jun. 2022.

BULL, D.; HATHAWAY, D. Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo. Petrópolis: Vozes, 1986.

DAMASCENO JUNIOR, P.; OLIVEIRA, T.M. A biotecnologia empregada no planejamento de medicamentos. Journal of Exact Sciences – JES, v.29, n.1, p.5-11, abr./maio 2021.

DYSON, J. A Revolução Verde da Biotecnologia. Revista Reader's Digest Seleções. Rio de Janeiro. N. 260. 1993.

ESPOLADOR, R.C.R.T. Manipulação genética humana: o controle jurídico da utilização de embriões em pesquisas científicas. 251f. 2010. Tese (Doutorado em Direito das Relações Sociais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

FERREIRA, A.B.H. Novo Dicionário da Língua Portuguesa. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

A.B.H. Ciências. Dicionário Online de Português. 2022. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/ciencia/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

GARRAFA, V. Ciência, Poder e Ética. In: SEMINÁRIO



INTERNACIONAL SOBRE: BIODIVERSIDADE E TRANSGÊNICOS. Senado Federal. Brasília-DF. 1999.

HOUAISS, A. Dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009

KINDERLERER, J. Biotecnologia e Biossegurança. Revista biotecnologia ciências & desenvolvimento, Viçosa, n.9, jul./ago. 1999.

KRAYCHETE, G. Mudanças Globais e Exigências de Desenvolvimento Institucional. In: ENCONTRO DE AGENTES DE PROJETOS DO PEP - Bahia. CESE. 1997.

LEITE, M. Arautos da razão: a paralisia no debate sobre transgênicos e meio ambiente. Novos estud. – CEBRAP, São Paulo, n.78, p.41-47, jul 2007;

MAFTUM M.A, MAZZA V.M.A, CORREIA M.M. A biotecnologia e os impactos bioéticos na saúde. Rev Eletr Enferm., v.6, n.1, p.116-122, 2004.

PREZOTTI, L.C.; MARTINS, A.G. Guia de Interpretação de Análise de Solo e Foliar. Vitória-ES: DCM/Incaper, 2013. 104p.

SOBRAL, F. Desafios das Ciências Sociais no



desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo.  
Sociologias, Porto Alegre, n.11, p.220-237, jan/jun 2004.

SCHOLZE, S.H.C. Biossegurança e alimentos transgênicos.  
Revista biotecnologia ciências & desenvolvimento, Viçosa,  
n.9, p.32-34, jul./ago. 1999.

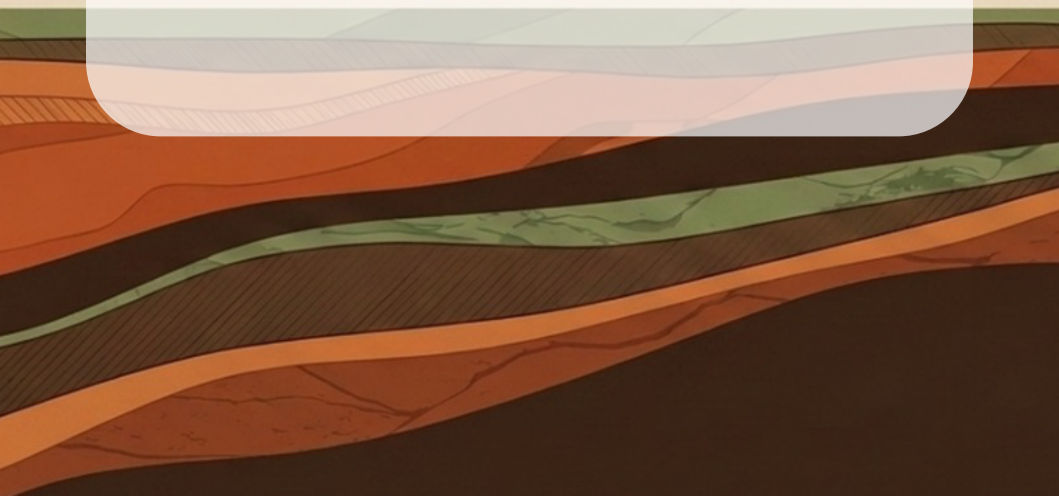
THOMPSON, Paul. A voz do Passado – História Oral. 2.  
ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 386 p.

WEID, J. Marc V. D. Nem seguros nem vantajosos.  
Agroanalysis, v.19, n.8, p.60-62, ago. 1999.



# Capítulo 8

**A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL COM  
O SOLO PROMOVIDA PELO CONSUMO  
CONSCIENTE DOS MATERIAIS ESCOLARES**



# A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL COM O SOLO PROMOVIDA PELO CONSUMO CONSCIENTE DOS MATERIAIS ESCOLARES

Debora Mirtes dos Santos Ravagnani Dias

Danuza Janne Ribeiro de Almeida

Lindomar Guedes Freire Filha

**Resumo:** O solo faz parte de ciclos vitais de inúmeras espécies como os microorganismos, meso e macrofaunas esses recebem materiais para quebrar/degradar/biodegradar e restituem nutrientes para preservação. Nas aulas práticas as crianças utilizam materiais biodegradáveis/não-biodegradáveis, e somente manipulam o que o adulto expõe como correto, a exemplo as listas escolares. As marcas que não agrida a natureza, são mudanças devem ser apresentadas na lista escolar, como os materiais biodegradáveis. A escola exerce a função pedagógica integradora, articulando conteúdos, objetos, pessoas,



materiais escolares, a comprometer com o cuidar do meio ambiente. Logo a necessidade em privilegiar o Projeto Político Pedagógico que esteja intrínseco com as necessidades da sociedade. O processo comunicacional passou a ser ferramenta essencial que possibilita estabelecer laços afetivos e experiências que permeiam o passado/presente/futuro de forma rápida/dinâmica, envolvendo continuamente os pais e a escola. Essa parceria precisa ser em prol de uma educação partilhada para construir cidadãos críticos/reflexivos e que tenham consciência da urgência do meio ambiente, novos olhares para as diferentes situações que rodeiam a sociedade contemporânea. Os formados com essa consciência comunicativa e ambiental serão desbravadores ao apoiarem projetos que buscam a unificação de uma sociedade mais justa, além de apoiarem a preservação do solo/água/ar em união com propósitos, que em sua maioria, são desafiadoras. Portanto, a comunicação assertiva como ferramenta na família-escola, institui na formação de cidadãos conscientes que impulsionam a solução de problemas diversos, que cercam a sociedade



atual, minimizando inclusive as dificuldades de convivência e melhorando as relações interpessoais e ambientais.

**Palavras-chave:** Escola. Comunicação. Família. Meio Ambiente. Solo.

**Abstract:** Soil is part of the life cycles of countless species such as microorganisms, meso and macrofauna, which receive materials to break down/degrade/biodegrade and return nutrients for preservation. In practical lessons, children use biodegradable/non-biodegradable materials and only handle what the adult says is correct, such as school lists. Brands that do not harm nature are changes that should be presented on the school list, such as biodegradable materials. The school performs an integrating pedagogical function, linking content, objects, people and school materials to a commitment to caring for the environment. Hence the need to prioritise a Pedagogical Political Project that is intrinsically linked to society's needs. The communication process has become an essential tool that makes it possible



to establish emotional bonds and experiences that permeate the past/present/future in a fast/dynamic way, continuously involving parents and the school. This partnership needs to be in favour of shared education in order to build critical/reflective citizens who are aware of the urgency of the environment, new perspectives on the different situations that surround contemporary society. Graduates with this communicative and environmental awareness will be trailblazers in supporting projects that seek to unify a fairer society, as well as supporting the preservation of soil/water/air in unity with purposes that, for the most part, are challenging. Therefore, assertive communication as a tool in the family-school relationship is instrumental in the formation of conscious citizens who drive the solution of various problems that surround today's society, including minimising the difficulties of coexistence and improving interpersonal and environmental relations.

**Keywords:** School. Communication. Family. Environment. Soil.



## MATÉRIA NO SOLO

O solo visível a partir da superfície do mar é marcado pelo ciclo de desenvolvimento de inúmeras espécies. As espécies realizam funções específicas para a obtenção de alimentos, além de criarem ambientes naturais que favoreçam o aumento da população e dessa forma estabelecer território. O quadro 1 mostra a diversidade de organismos no solo e classificado de acordo com seus tamanhos.

Quadro 1. Organismos do solo classificado segundo o tamanho

CLASSIFICAÇÃO	TAMANHO	ORGANISMOS
MICROORGANISMOS	Incluem os seres microscópicos de tamanho inferior a 0,2 mm de diâmetro	Actinomicetos Algas Protozoários Bactérias Fungos
MESOFAUNA	Compreende os invertebrados que possuem de 0,2 a 2 mm de diâmetro	Nematóides Colembolos Protura Diplura Miriápodes



MACROFAUNA	Engloba animais facilmente visíveis: de 2 a 20 mm de diâmetro	Formigas Térmitas (Cupins) Isopoda Minhocas Aracnídeos
------------	---	--

Fonte: Andraus et al., 2022.

Os microrganismos e os invertebrados são os organismos encontrado no solo responsáveis por numerosos processos de decomposição e da clivagem de nutrientes obtidos a partir de outras matérias. A figura 1 mostra dois animais, macroscópico, que fazem parte dos seres vivos e compõe o solo participando da trituração da matéria.





Figura 1. Em A, molusco de solo; em B, mesofauna representado por Colembolo. Imagens fotografada utilizando uma lupa

Toda a Biodiversidade Microbiana dos Solos desempenhar seu papel, sua funcionalidade, em áreas naturais. Tem extrema importância na sustentação do ecossistema e na ciclagem de nutrientes, atuando na base da cadeia alimentar que permeia os ambientes (Cardoso e Andreote, 2016).

Os materiais sintetizados e degradados no solo, levam a mineralização e liberação de nutrientes para o ambiente edáfico, a partir dos compostos orgânicos. O



processo destacado envolve dois importantes micros seres, as bactérias e os fungos que possuem autêntica riqueza enzimática na natureza.

Ambos os organismos, bactérias e fungos, têm significância de biomassa com maior densidade para as bactérias, apresentam bioquímica fisiológica que permitem utilizarem fontes de energia e tipos de alimentos, o que levam a tolerarem ambientes com condições extremas, no que se destacam principalmente as bactérias (Caretta e Aita, 2008). Os fungos são microrganismos eucariotos, heterotróficos e exigências nutricionais simples, apresentam diversos habitats, como um percentual maior no solo ou sobre material vegetal morto. Enquanto as bactérias, são microrganismos procariontes, autotróficas (fototróficas ou quimiotróficas; sendo que a primeira utiliza a energia solar como fonte primária para suas energias e a segunda forma, depende de reações químicas para obter suas energias) e vivem nas águas e no solo.

No solo as bactérias, assim como os fungos, realizam decomposição de resíduos orgânicos de origem



vegetal e animal, propicia a ciclagem de nutrientes. O processo de ciclagem devolve ao meio ambiente os elementos como água, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), e em proporções de acordo com o que é decomposto no solo.

Grande parte da atividade respiratória da terra ocorre no solo, sendo que a respiração no solo representa a decomposição de resíduos orgânicos, a respiração das raízes e a lenta decomposição da MOS (Matéria Orgânica do Solo) (Caretta e Aita, 2008, p. 87; grifo meu). Costa et al. (2015) descrevem que o oxigênio é um fator externo para ocorrer a biodegradação e esse fator determinará as condições de aerobiose ou anaerobiose, sendo que os fungos filamentosos, leveduras e bactérias são o mais reportado para a degradação biológica e fonte de enzimas para a degradação enzimática de polímeros.

Os polímeros têm diversas naturezas e conforme sua origem, terá um tempo de degradação a ser processado.

Para que um o material seja classificado em biodegradável ou não, ficará na dependência do tempo.



Se o tempo for na faixa de semanas ou meses, o material será considerado biodegradável, entretanto, se demora anos para se decompor não é biodegradável. Além do tempo, há necessidade de ser identificado, após a decomposição, a não geração de resíduos tóxicos e a bioacumulação. Finalizada a degradação do material, geralmente são formadas moléculas menores, como gás carbônico (CO<sub>2</sub>), água (H<sub>2</sub>O) e biomassa.

Os materiais decompostos por longo período, ou seja, os não biodegradáveis, têm-se os Plásticos como: polietileno (PE), polipropileno (PP), cloreto de polivinila (PVC), poliestireno (PS, muito resistentes) e poli(tereftalato de etileno) (PET). De acordo com Amass, Amass e Tighe (1999 apud Franchetti e Marconato, 2006, p. 811) descrevem que, apesar do avanço no processamento e fabricação, geram dois grandes problemas: o uso de fonte não-renovável (como o petróleo) para obtenção de sua matéria-prima e a grande quantidade de resíduos gerada para descarte.

Os plásticos são polímeros sintéticos, em sua grande maioria, e suas características influenciam direta



nas propriedades dos produtos (Mano e Mendes, 2004). Os polímeros estão presentes no cotidiano em quase a totalidade dos utensílios, como as próteses, escovas de dente, pneus, suportes para componentes eletrônicos, as garrafas de refrigerantes, cobertores, sacos de supermercados, mamadeiras, hastes de cotonetes, tubos de PVC, tintas para paredes, para-choques de veículos e tapetes (Rosa et al., 2002).

A produção em grande escala do plástico (início do século XX) desencadeou crescente contaminação ambiental e os microplásticos, são agrupamentos de plásticos sintéticos poliméricos de tamanho inferior que 5 mm, a nível global, apresentam riscos químicos e físicos para inúmeros organismos na base da cadeia alimentar (Olivatto et al., 2018). O tamanho desse material não é filtrado no sistema de tratamento de esgoto e culminam nos rios e mares, podendo ser ingeridas pela fauna marinha, como mariscos, caranguejos, peixes e, posteriormente, são consumidas pelos humanos (Mata Nativa, 2022). Segundo estudos de Browne et al. (2013) os riscos físicos



comprovados para organismos como à obstrução do trato digestivo, de acordo com o tamanho da partícula e tamanho do animal, limitando a entrada de alimentos pode levar o animal à desnutrição, além de causar estresse e alterações hormonais que comprometem a sua taxa de reprodução e crescimento. Logo, a concentrações de microplásticos e aditivos nesse material podem prejudicar funções ecofisiológicas desempenhadas pelos organismos.

Dentre esses materiais o isopor (poliestireno expandido ou EPS, sigla em inglês) é bastante utilizado em ambientes escolares para confecções de atividades. Mas também é empregado para manter a temperatura, preservara vacinas e medicamentos do calor excessivo, na construção civil, entre outras operacionalidades. Esse material é um plástico reciclável, entretanto, no meio ambiente demora um século e meio para ser degradado. Um dos seus agravantes é quando exposto na água do mar, nas costas litorâneas ou nos rios. De acordo com Andrady (2011), aproximadamente 80% dos resíduos sólidos são de fontes terrestres, que atingem as zonas oceânicas e costeiras.



Estudos de Frias, Martins e Sobral (2011) mostraram que os plásticos afetam todos os oceanos e tem consequências de curto a longo prazo para animais desse ambiente. Suas avaliações descreveram pelotas, fragmentos de plástico em geral e isopor representando  $\approx 85\%$ , sendo o isopor presente com 45% desse total em dez praias analisadas no território português.

Assim como o isopor, outro material utilizado no ambiente escolar é o Glitter, nas atividades artísticas diversas como em aulas práticas de pintura, colagem e desenho na educação infantil.

O Glitter devido ao seu tamanho é considerado um microplástico e pode desencadear inúmeros malefícios quando lançado no meio ambiente, fato que preocupa, pois não é reciclável e nem biodegradável. De especial preocupação, o glitter quando cai no solo, nele ficará por vários séculos, mas há possibilidade de ser carregado pelas enxurradas, chegarem aos rios e desse ao ambiente marinho, sendo biodisponível a cadeia alimentar para inúmeros organismos.



Se o glitter tem estrutura dimensional de microplástico e consequências ambientais graves é interessante que esse material possa ser substituído por outro que tenha a mesma função, de objeto prático nas escolas. Pois é da escola que se tira a maioria das aprendizagens. Nessa vertente é de importância ímpar que a lista dos materiais escolares, principalmente para atividades práticas, seja destituída de qualquer elemento plástico, dando preferência aos de fácil biodegradabilidade ou reciclável.

Portanto, a questão crítica começa nas escolhas e nas consequências antropogênicas que a poluição ambiental por plásticos e microplásticos suscita para o mundo globalizado.

## **O PAPEL DA ESCOLA**

No último ano a escola como tantos outros setores da sociedade que foram afetados pelo confinamento da pandemia, precisaram repensar o seu processo educativo.

Mas o que é a escola? Qual a sua função social?



A pandemia mudou o sentido da escola? Parte-se dessas premissas para iniciar uma reflexão sobre este lugar e o sentido da escola no seu processo educativo. Para Coêlho (2012, p.88), “O sentido da escola básica e da docência não é socializar o saber e formar para a continuidade dos estudos. [...]” O autor acrescenta que a escola deverá proporcionar que os estudantes ampliem seu olhar ao mundo, com o ver, o sentir, o pensar e o agir.

A escola não poderá trabalhar a educação, sem perguntar quem é o seu aluno. Qual o sentido do pensar, do saber, do ensinar e aprender para dar lugar (sentido) a autonomia, a liberdade, a ética, a política, a sociedade, a cultura e a economia, enfim a formação humana. O aprendizado escolar se realiza, no estudo, na leitura, na escrita, na reflexão, no questionar, no perguntar, no desafio do pensar, nas trocas com os pares. Coêlho (2012, p. 95) ressalta que “Esse cuidado é fundamental para que os estudantes entendam o saber vivo, pleno de sentido, instigante da inteligência e merecedor de dedicação e esforço, [...]”.



É fundamental que a escola enquanto instituição educativa de formação humana e de ampliação e aprofundamento de aprendizagem e conhecimento científico, intelectual e cultural, (re)pensem sobre cada objeto que compõe os seus espaços. Segundo Libâneo (2013, p.60), a teoria histórico-cultural, na tradição de Vygotsky, mostra que educar é intervir na capacidade de ser e de agir das pessoas, pelas mediações culturais, isto é, pelos instrumentos simbólicos e materiais, num contexto de relações comunicativas.

Na prática o caráter intencional do ensino se relaciona com o seu fazer e saber fazer. Aponta-se aqui segundo Libâneo (2013) quatro objetivos para que a escola se consolide: 1) a formação integral do aluno para que essa possa viver em uma sociedade, “tecno-científica-informacional”; 2) os meios para desenvolver as capacidades cognitivas (aprendizagem); 3) a formação para a cidadania (consciência); 4) a formação ética.

A educação é apresentada como uma questão complexa, pois não é uma simples indagação de



subsistência, mas é a propulsora da humanidade. Educar é, assim, humanizar o homem, o que abrange suas ações, seus comportamentos, seus hábitos e tantos outros aspectos. O casulamento doméstico nos possibilitou olhar pela janela, olhar, mesmos que seja distante. Neste sentido, (re)pensar a instituição educativa, a escola, comprometida com o ensinar e humanizar para uma sociedade do diálogo e em condições de vida plena.

Uma simples lista de material de uma escolar pode balizar o “para além de”, pois apresenta ali nas linhas traçadas dessa lista, o como esta escola expressa seu olhar para o meio ambiente. O ambiente é o meio externo ou interno que algo estar envolvido, logo na perspectiva humana acredita-se que seu meio é aquele que vislumbra no seu cotidiano.

O ambiente inorgânico, os dos inanimados, sofre ação ambiental deteriorando-se sobre o outro, meio-ser, e se instituindo de forma ímpar em outro composto. A exemplo, performa-se a ação do ambiente sobre uma pedra, onde haverá a transformação ao longo do tempo, compondo-se



em areia; havendo uma outra designação e uma outra forma de utilidade (Geraldino, 2014).

O educar, o ensinar, o humanizar de uma escola deverá ser objetivo primordial, a transformação para a mudança está nas ferramentas que são oferecidas pela escola.

### **O olhar sensível para o aprender a aprender**

O ambiente escolar como espaço de diálogo, discussões, reflexões, proposituras, é o local para que o aprendizado seja apropriado de forma sensível a mudança das ações de cada um dos estudantes. Neste sentido aprender a pensar, a questionar, a perguntar, a pesquisar, faz parte do processo do aprendizado.

Os materiais escolares utilizados pelos alunos nas escolas, sejam os pessoais, como mochilas, estojos, lápis, borracha, cadernos, tesouras canetas, livros, como a lista de materiais que ficam na escola, passam a ser de uso coletivo que são os mais diversos dependendo da idade escolar.



Alguns desses materiais são de imenso impacto ambiental, visto que muitos trabalhos escolares, após apresentados para complemento de notas são descartados.

Compreender os impactos desses materiais na natureza é fator importante para a educação com o meio ambiente social. O impacto ambiental atinge a todos, observar, conhecer o tempo que estes materiais são decompostos na natureza é preponderante para adquiri-los.

Compreendendo o tempo de decomposição dos materiais utilizados nas escolas, essa deve promover o diálogo para pensar em alternativas de consumo dos objetos de estudo escolar. De acordo com alguns sites, são demonstrados no quadro 2 os materiais e o tempo de degradação na natureza.



Quadro 2. Tempo de degradação de material escolar exposto a natureza.

MATERIAL	TEMPO DE DEGRADAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Espuma Vinílica Acetinada (E.V.A.)	400 a 500 anos	Não é biodegradável
Borracha	Tempo indeterminado	Reciclável
Glitter	400 anos	Não é reciclável
Papeis de escrever/ caderno	4 a 6 meses	Reciclável
Isopor (EPS)	150 anos	Reciclável

Fontes: Ambiente Brasil (2021); Conexão Planeta (2017); eCycle (2021); Portal Educação (2021).

Quadro adaptado pelas autoras.

Cada material escolar tem o seu tempo de decomposição, alguns como a borracha, será por tempo indeterminado. Apende a consumir de forma a compreender que o meio ambiente é espaço de todos. Logo, substituir materiais escolares por biodegradável deve ser uma normatização dentro do ambiente escolar. Dessa forma se faz jus a chamada “Educação Ambiental”, preconizada na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional.

Segundo Boff,



Há um descuido e um descaso na salvaguarda de nossa casa comum, o planeta Terra. Solos são envenenados, ares são contaminados, águas são poluídas, florestas são dizimadas, espécies de seres vivos são exterminadas; um manto de injustiça e de violência pesa sobre dois terços da humanidade um princípio de autodestruição está em ação, capaz de liquidar o sutil equilíbrio físico-químico e ecológico do planeta e devastar a biosfera, pondo assim em risco a continuidade do experimento da espécie homo sapiens e demens (2003, p. 20).

Os materiais escolares devem fazer parte dos conteúdos a serem desenvolvidos como aprendizagem durante o processo de ensino na escola. A escola por meio dos professores são mediadores do conhecimento para despertar nos alunos a transformação ambiental. É papel da escola de formação de vínculo com a sociedade em que está inserida, buscando caminhos para aprofundar sentidos necessários para o cuidar de espaços comuns, sociedade e ambiente.



## **Materiais escolar de uso coletivo**

As escolas, em especial a da rede particular, disponibilizam as listas de materiais escolares nos sites das instituições. Assim, observando algumas dessas listas, induz a uma reflexão do papel da escola para conscientizar gradativamente os alunos da sua função no cuidado com o meio ambiente. Neste sentido, foi observado que alguns itens dessas listas, na qual poderia ser um desafio para se questionar os impactos ambientais como: Espuma Vinílica Acetinada (E.V.A.) com glitter, isopor, cola para isopor, pote de massa para modelar industrializado, pote glitter, dentre outros.

O isopor é um plástico que é derivado do petróleo, ele não decompõe na natureza, seu impacto no meio ambiente pode provocar câncer nos animais. Algumas organizações não governamentais consideram o isopor um imenso poluente. A solução para este desconforto ambiental seria a reciclagem, onde o material é triturado para depois virar matéria prima.



Todos esses materiais citados o tempo de decomposição no solo são perenes, o E.V.A e o isopor não são biodegradáveis, delonga de 400 a 500 anos para se decompor (Portal Educação, 2021). Assim, como o glitter que é um microplástico (1-5 mm), composto de alumínio, dióxidos de titânio, óxidos de ferro, oxicloretos de bismuto ou outros materiais pintados em metálico, cores neon e cores iridescentes para refletirem a luz em um espectro de espumantes (Legnaioli, 2021, s/n).

O ambiente escolar deve estar associado a realidade social, refuta-se aqui conceber um ensino escolar, que não intervém continuamente como um devir. Precisa-se desvelar o discurso de atividades “embelezadas”. O E.V.A, o isopor, o glitter, podem ser substituídos por outros materiais biodegradáveis. Partindo desse pressuposto as informações da reportagem, Glitter é insustentável: conheça alternativas, apresenta sugestão para substituir o glitter,

[...] É possível fazer glitter ecológico com gelatina vegetal, feita com alga ágar. Essa gelatina não precisa ir à geladeira para ficar fir-



me e também não derrete em temperatura ambiente, como acontece com a animal (que é a gelatina mais comum usada para sobremesas). A receita leva apenas uma colher de sopa de gelatina vegetal em pó e meia xícara de água de beterraba gelada em metálico, cores neon e cores iridescentes para refletirem a luz em um espectro de espumantes (Legnaioli, 2021, s/n).

Imergir na formação dos alunos é papel preponderante da escola, indissociável entre currículo, sociedade e construção humana.

### **O papel da escola suas demandas sociais e o projeto político pedagógico**

A escola é o espaço de mediação sistemática de cultura, do conhecimento, tendo como objetivo formar indivíduos para a tran(s)formação da nossa sociedade. Segundo Rios (2010), a escola é alavancada pela mudança social e que oferta educacional ambiental culminar com



pensamentos sobre sua preservação desse, pois “Deem-nos uma boa escola, e teremos uma sociedade desejada” (logan) “[...] a pergunta seria, que sociedade queremos? Ou os olhares são tão distintos que não se convergem? Neste sentido a escola gera a transformação dos olhares para com a sociedade RIOS, 2010, p. 40).

Para Silva e Weide (2014, p.48),

Para tanto, prevê que os alunos precisam partir do chamado senso comum, considerado como o nível das opiniões (doxa, em grego), passarem pelo conhecimento científico (epistême), e com as devidas significações e representações, já em plano histórico-concreto, alcançarem a síntese como sabedoria (so-phói). Então, entendemos que de acordo com a Pedagogia Histórico-Crítica, a função social da escola é proporcionar a evolução do senso comum à consciência filosófica a partir das práticas sociais.

Pode-se dizer, então, que a escola é o espaço da dialética, que possibilita o conhecimento dos alunos



mediado pelas atividades de aprendizagem.

Nessa vertente o Projeto Político Pedagógico (PPP) deveria contemplar a orientação específica nos materiais que podem agredir o meio ambiente e dessa maneira nortear as atitudes a partir da fonte. O PPP é um documento construído coletivamente pelos atores da comunidade escolar, nele constitui o processo democrático do trabalho pedagógico em constante reflexão. Este documento é disposto na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDBN/1996), nos artigos 12, 13 e 14, desse documento.

Segundo Libâneo, Oliveira e Toschi (2012), o documento expressa diretrizes e ações a serem desenvolvidas pela escola, o compromisso sociopolítico com a comunidade em que está inserida. Neste sentido Toschi, (1998, p. 42) ressalta, “O projeto político-pedagógico, que inclui visões de mundo de homem e de sociedade, concebido de forma plural, numa escola, [...]”

O documento é um projeto porque constitui um conjunto de proposta e atuações a serem desenvolvidas pela escola. O termo político se refere a função social da



escola, lugar de aprender a aprender, da emancipação do sujeito, das reflexões, das proposições, das indagações, das argumentações e proposituras para a participação em sociedade. Assim, o termo pedagógico está no fundamento norteador das práticas e metodologias a serem desenvolvidas na escola.

Destarte, o documento imprime no seu contexto o papel que a escola, demanda na sociedade e na formação dos seus alunos. Para Saviani (2001 apud Veiga, 2015), a dimensão política se cumpre pela mediação pedagógica, a dimensão pedagógica se estancia na formação do sujeito comprometido com a sociedade.

Neste sentido o documento expressa as intencionalidades da escola na formação do sujeito, estabelecendo diálogo constante com a comunidade em que estão todos inseridos.

Mas, é importante que a comunicação seja preponderante para que todos os atores (família-escola) contribuam com a educação visando o progresso das comunidades e no bem-estar ambiental.



## **COMUNICAÇÃO: UMA POTENTE FERRAMENTA NA RELAÇÃO FAMÍLIA E ESCOLA**

Imergir na esfera da formação do aluno, pensa-se em diversas reflexões, mas se contempla a seguinte reflexão: como a comunicação pode impactar na relação família, escola versus meio ambiente? Para isso, deve-se começar entendendo o conceito de meio ambiente a qual segundo Milaré (2004, p.150) assegura como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer, contudo, a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Essa afirmativa força a repensar como a comunicação nas escolas pode contribuir com o bem-estar do meio ambiente.

Nessa abordagem é importante mostrar as formas de estudos e conservações dos solos do Cerrado, da Amazonia, dos Pampas, das Savanas e como a escola pode apresentar para as crianças e essas a seus pais o solo desses ambientes. É na escola que as crianças apreendem as primeiras ideias da camada do solo e como esse deve



ser preservado. O uso de maquetes com diferentes solos é um exemplo que todos podem participar para a construção dessa. A comunicação abordada com educação ambiental pode estimular na escola, aluno e família a ideia sugerida, pois cada um trazendo um solo arenoso, solo orgânico, solo argiloso, solo calcário, solo lixiviado, solo latosolo, entre outros, poderá ter a compreensão de suas utilidades, além de sua preservação ou estímulo para melhora desses solos (Figura 2). Dias (2010), reforça que o estudo do meio ambiente deve recorrer aos sentidos das crianças e do entorno imediato do aluno (casa, escola, caminho entre ambos), pois a criança passa a entender, desde cedo, que precisa cuidar, preservar e que o futuro depende do equilíbrio entre homem e natureza e do uso racional dos recursos naturais.



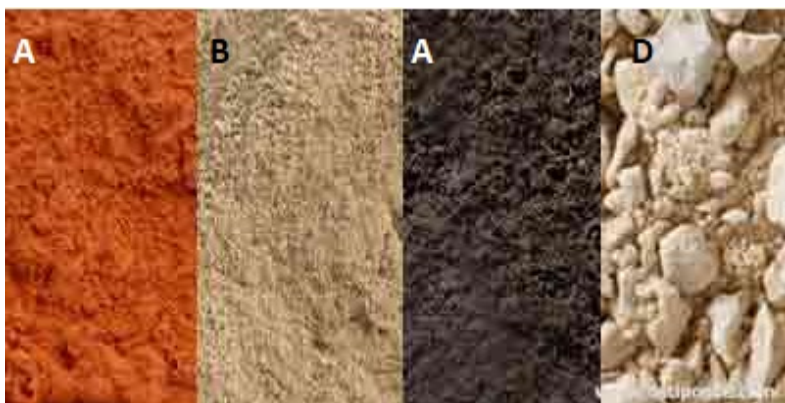


Figura 2. Tipos de solo que podem ser trabalhados com a criança e jovem. Em A, solo argiloso; em B, solo arenoso; em C, solo humoso ou orgânico; em D, solo calcário.

Fonte: Os tipos de, 2022.

Ao longo dos anos, o binômio família e escola vêm passando por rápidas e profundas transformações, as quais interfere velozmente e diretamente nos pilares da sociedade, como exemplo as problemáticas sobre o meio ambiente. A cada comunicação da escola para a participação da família com o aluno deve ser um laço constante e isso em atividades sobre os resíduos sólidos recicláveis ou não e as disposição corretas, pois suas misturas irão degradar mais o solo e sua



biota poderá perecer ou os microrganismos prevalecerá, levando a humores desagradáveis ambientais. Todas essas práticas exemplificadas favorece a compreensão família-aluno-escola, principalmente quando da exposição dessas práticas na semana do meio ambiente, e fazendo dessas práticas uma rotina na escola, meio ambiente e residência. Dessa maneira a comunicação e a ideia fica arraigada diariamente (Figura 3).



Figura 3. Estímulo à criança na participação diária de resíduos, forma importante para evitar a contaminação do solo.

Fonte: PVE, 2022.



Pensar nessa perspectiva remete a preocupação contínua em dialogar, conectar a responsabilidade ambiental em sintonia com a sociedade, são esses caminhos que interligam família, escola que irão percorrer em prol de uma transformação ambiental e preservação constante do meio.

Atualmente, essas mudanças caminham a passos largos, as profundas modificações vividas pela sociedade contemporânea incluem de forma evidente a utilização em massa dos inúmeros meios de comunicação (TV, rádio, internet de diferentes formas), que entrelaçam as ferramentas tecnológicas, os quais interferem na interação e nas relações humanas e com o ambiente. Salienta-se que o estímulo de vídeos relacionados ao tema “Meio Ambiente”, deve ser mais uma cinética indicada para a família e a criança e, com isso, mais uma maneira de participação num olhar para o solo, a água, os animais, os vegetais e tudo que pode ser extraído desse sem que haja dano, porém com interlaço benéfico para a Humanidade-Meio Ambiente.

Gerações anseiam em priorizar a proteção ao meio



ambiente, e isso pode-se compreender os laços de somatórias de pequenas atitudes, a exemplo, a participação com uma horta na escola, e que irá contribuir para o bem comum. Nesses laços a comunicação por diversas vias vai lapidando para assegurar diálogo entre família e a escola a qual deve ser contínuo para levantar profundas inquietações. Essas inquietações devem ser sustentadas por reflexões e ações motivadas pelo propósito de conscientizar a necessidade de proteção do meio ambiente, e assim enfatizar para a sociedade ações práticas que começa diariamente, no seio familiar, que perpetuam na comunidade entre vizinhos, as quais são alicerçadas nos pilares família e escola como potentes ferramentas de comunicação entre a sociedade-meio ambiente.

Na escola as transformações acontecem de forma significativa, pois os alunos vivenciam e, ao mesmo tempo, emergem no mundo digital sob um olhar tecnológico sobre o mundo. O meio digital corrobora com as buscas instantâneas e a participação de todos (escola, aluno e família) para exemplificar, solucionar ou propor atividades



com materiais que não agrida o solo, quando do seu destino. Exemplifica-se no quadro 1, a Espuma Vinílica Acetinada (E.V.A.), a Borracha, o Glitter e Isopor, que podem ser facilmente substituídos, usando a comunicação para a troca de materiais adequado ao solo, pois o extenso tempo de degradação provoca danos incalculáveis ao solo e sua produtividade

Por esse motivo, é imprescindível que os agentes de mudanças (comunicação: escola-família-aluno) se atentem para o fortalecimento dos laços de aproximação família-escola, objetivando construir fluxos de interação contínuo e potencializando o diálogo.

E, diante disso, a conscientização torna-se crucial a partir do momento que todos os envolvidos conheçam, entendam e utilizem os materiais biodegradáveis como aliados no processo de transformação ambiental, pois a microbiota do solo se encarregar de degradá-la. O começo estará ligado com pequenas mudanças de atitudes, as quais a escola deve inserir como prática diária, que serão norteadas pelo Projeto Político Pedagógico (PPP) e assim



os professores (trans e multidisciplinar), alunos, escola, comunidade fará que essas ações planejadas façam parte do cotidiano de todos (as) estende-se no ambiente familiar, ou seja, ações cíclicas que interfere diretamente na hora da escolha do material escolar.

Você deve estar pensando, por que se preocupar com as escolhas do material escolar? Bem, ao longo dos anos, o binômio família e escola vêm passando por rápidas e profundas transformações, as quais interfere velozmente e diretamente nos pilares da sociedade, como exemplo as problemáticas ambientais. Esse binômio deve ser sempre coeso, pois a educação da sociedade e suas modificações requer longo tempo para ser aplicada diariamente ao meio ambiente, no que tange ao solo, água e ar. Gomes (2021, s/n), reforça que humanidade ainda não entendeu que deixar de se preocupar e cuidar da natureza que cerca cada um, poderá trazer consequências graves em curto, médio e longo prazos.

Cabe notar que no trabalho educativo é essencial a uma boa comunicação entre a família e escola, pois



ambos exercem a mediação para assim, obterem um melhor desempenho no ensino aprendizagem que abrange a dimensão social dos aprendizes (Figura 4). Reis (2007, p.6) afirma que: “A escola nunca educará sozinha, de modo que a responsabilidade educacional da família jamais cessará. Uma vez escolhida a escola, a relação com ela apenas começa. É preciso o diálogo entre escola, pais e filhos”.

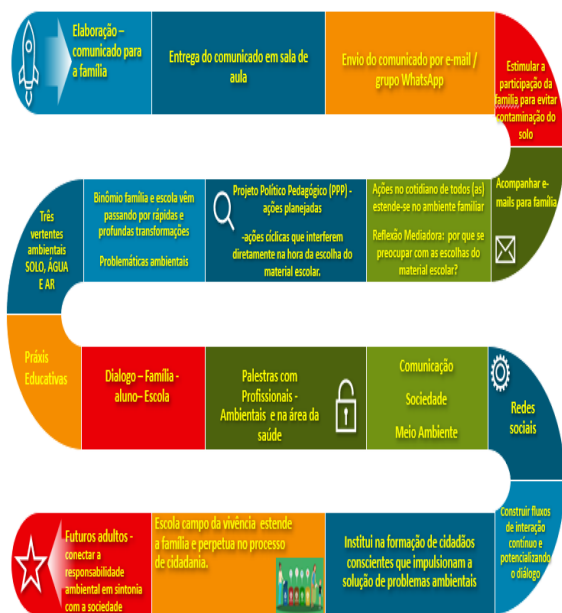


Figura 4. Comunicação entre a família e escola.

Fonte: Fluxograma dos autores



Com esse olhar, a Base Nacional Comum Curricular-BNCC ao longo da sua estrutura visa impulsionar, estimular os alunos(as) a desenvolverem amplos olhares em prol da conscientização ambiental através da lente do mundo em que permeiam as ações que iniciam em cada aluno e perpassa no seu espaço como agente de transformação na sociedade, assim é crucial, segundo o Ministério da Educação e Cultura-MEC (2017, p. 126) [...] propiciar aos alunos a capacidade de interpretar o mundo, de compreender processos e fenômenos sociais, políticos e culturais e de atuar de forma ética, responsável e autônoma diante de fenômenos sociais e naturais. Essa afirmativa remete a atividades com plantio de árvores, espécie nativas diferentes, no ambiente escolar ou de outros ambientes, como praças e ou local para reflorestamento. A relação amistosa da criança, pais e escola estimulará o olhar entre esses futuros adultos e o meio ambiente. O solo fértil (rega após plantio), se encarregará naturalmente do desenvolvimento da árvore em crescimento.



Diante do exposto, segundo o art. 205 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a educação é: “Direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania [...] (BRASIL, 1996, p.32). O ensino nas séries iniciais, sobre as três vertentes importantes ambiental – SOLO, ÁGUA E AR, é um dos primeiros caminhos para a conscientização dos futuros cidadãos para com o meio ambiente.

À medida que o binômio família-escola por meio do aprendizado contínuo contribui diretamente para a formação do cidadão consciente, por isso relembrar-se da importância do PPP, norteará o planejamento dos professores para direcionar ações que envolvem atividades que trabalhem conceito sobre meio ambiente, relacionando os problemas e soluções que podem ser aliados a novas tecnologias.

Com isso, a escola ao alinhar teoria e prática conduzirá os alunos ações que impactará em suas atitudes



no ambiente escolar, e que atravessará os muros da escola. Essas mudanças caminham a passos largos, em Tempos de Pandemia-Covid 19, e as profundas modificações vividas pela sociedade contemporânea incluem de forma evidente a utilização em massa dos inúmeros meios de comunicação que entrelaçam as ferramentas tecnológicas, os quais interferem na interação e nas relações humanas e com o ambiente. Essa afirmativa vem de encontro com o artigo de opinião de Freire Filha (2020), que descreve as vislumbração da presença dos animais, nas ruas e rios, que ocorreram durante a fase pandêmica da Covid-19.

As profundas modificações inseridas continuamente no âmbito familiar e escolar, deve-se a Pandemia da Covid-19, a qual instaurou-se e movimentou-se por inúmeros meios de comunicação os quais foram e estão sendo utilizadas, isso é manifestado no artigo de opinião de Ribeiro (2020) que descreve vivemos momentos cruciais em manter abertas as linhas de comunicação, ou seja, não basta apenas captar o conteúdo verbal, mas é também necessário prestar atenção ao conteúdo emocional, não verbal, no



como algo é dito.

Esse apoio familiar constrói novas possibilidades no processo de criatividade e inovações, os quais geram aprendizagem e desenvolve vínculos entre o professor e o aluno, ou seja, o professor assume o papel de mediador que vai além de transmitir conhecimento. Para Freire (1996, p.58) “Quando entro em uma sala devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, as suas inibições, um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho de ensinar”.

Assim, cabe ao professor mediador, desenvolver a comunicação com o aluno, de forma que os saberes escolares cheguem ao espaço familiar, tomando lugar no cotidiano familiar. Neste sentido, Masetto (2012, p.49) afirma que a mediação pedagógica vem na “atitude de parceria e corresponsabilidade pelo processo de aprendizagem entre aluno e professor e na aceitação de uma relação entre adultos assumidas por professor e aluno”.

Nesta perspectiva, Arendt (2009, p. 243) afirma que a essência da educação vem do momento que o homem



nasceu para o mundo é a “natalidade, o fato de que os seres humanos nascem para o mundo”. É neste lugar que acontecem a dinâmica do conhecimento por meio da interação e que contribui cada vez mais na participação ativa do aluno como sujeito da sua história, quebrando paradigmas.

Na escola as transformações acontecem de forma significativa, pois os alunos vivenciam e, ao mesmo tempo, emergem no mundo digital sob um olhar tecnológico sobre o mundo. Por esse motivo, é imprescindível que os agentes de mudanças se atentem para o fortalecimento dos laços de aproximação entre a família e escola, objetivando construir fluxos de interação contínuo e potencializando o diálogo. Essa dinâmica é ressaltada na BNCC sendo este documento plural que estabelece

Com clareza o conjunto de aprendizagens essenciais e indispensáveis a que todos os estudantes, crianças, jovens e adultos, têm direito. Com ela, redes de ensino e instituições escolares públicas e particulares passam a ter uma referência nacio-



nal obrigatória para elaboração ou adequação de seus currículos e propostas pedagógicas (MEC, 2018, p.7)

Essa interação é como uma engrenagem em que se encontram as diferentes culturas, entrelaçam-se os valores e crenças, assim como as experiências vividas.

Nessa dinâmica de aprendizado cabe notar que no trabalho educativo é essencial uma boa comunicação entre a família e escola, pois ambos exercem a mediação para assim, obterem um melhor desempenho no ensino aprendizagem que abrange a dimensão social dos aprendizes. Freire (1996, p. 80) não existe “uma educação sem amor”. É preciso o diálogo entre escola, pais e filhos.

Sob essa ótica, o processo comunicacional consiste antes mesmo do processo de ensino, como mostrado no fluxograma (Figura 4). Mortimer e Scott (2002, p.286) destaca como “novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo”.



Para isso, a família e a escola são colaboradores diretos para potencializar as capacidades intelectuais, assim como as atitudes em relação à sociedade por meio da conscientização científica, crítica, criativa e reflexiva. Pois, são na escolha correta, pensando no meio ambiente, que a conscientização se amplia. Deste modo, associado a escola, os meios de comunicação e as tecnologias arraigaram-se no cotidiano de todos e são detentores do saber. Então, o professor proporcionará ao aluno a desenvolver sua capacidade crítica para assim, analisarem as informações que recebem de forma reflexiva. Segundo Piaget (2004, p.93) são: Inseparáveis e irredutíveis, não há ação sem motivação e não há motivação sem ação, sendo que a ação depende de estruturas cognitivas e a motivação depende de todas as ligações anteriores vindas de sentimentos positivos ou negativos.

Ribeiro (2020), descreve que diariamente se vive a expectativa de alcançar e realizar os objetivos, mas a associação é importante, pois o envolvimento com outras pessoas que veem o mundo de forma diferente, hábitos



diferentes e é isso e muito mais que interferem no segundo termômetro, a Comunicação. Nesta perspectiva, há uma necessidade de envolver a família e a escola no processo comunicacional, pois ambos expressam em diferentes linguagens em todo o mundo, conforme a mensagem que deseja transmitir.

O papel da comunicação entre família e escola abrange o ambiente interno escolar, mas também vai além dos muros da escola, propiciando ao discente uma visão sistêmica do mundo que transcendem por meio do diálogo, e assim, dispõem novos conhecimentos no âmbito profissional e pessoal do aprendiz, principalmente no que tange ao seu meio ambiente individual e coletivo.

Esse apoio familiar constrói novas possibilidades no processo de criatividade e inovações, os quais geram aprendizagem e desenvolve vínculos entre o professor e o aluno, ou seja, o professor assume o papel de mediador que vai além de transmitir conhecimento. Estudos realizados por Ravagnani Dias (2022), mostra o uso da borra do café e do carvão, como forma espontânea de bebês em participarem



ludicamente das atividades. Sugerisse que o uso de tipos de cores do solo (escuro, avermelhado, amarelos, claros) pode ser utilizado como elemento para a construção lúdica de atividades escolar. Para Freire (1996, p.58) é crucial que o professor compreenda que “Criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Assim, a escola precisa alicerçar-se a partir do campo da vivência, que estende na família e perpetua no processo de cidadania.

Vale ressaltar, que o ambiente familiar é a continuidade para impulsionar o desenvolvimento de habilidades e competências, utilizando-se de infinitas brincadeiras, jogos e atividades lúdicas que acenderão ao aluno as diferentes percepções e concepções diariamente, além de estimular sobre o meio ambiente. É nesse momento que a vivência, memória tem lugar especial como estabelece no Art. 1º - A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil



nas manifestações culturais (Brasil, 1996, p. 8).

O exercício de elaborar e re-laborar, constitui a construção psicomotora, que estimula a comunicação assertiva, no intuito de promover a autonomia do aluno.

Neste contexto, a educação contemporânea tem dimensões globais e multidimensionais, em que o professor prepara o processo educativo atentando-se as peculiaridades dos alunos, considerando-os integralmente e olhando para a inserção do seu meio ambiente.

Para Negrine (1995) essa construção é um exercício diário, de acordo com a faixa etária da criança, para a evolução do ser no mundo globalizado, havendo respeito ao outro e individual, com autonomia de observação e criação de sua aptidão. Nesse exercício a comunicação efetiva pode ser impulsionada a aproximar alunos e meio ambiente, menciona a BNCC propiciar aos alunos “fazer a leitura do mundo em que vivem, com base nas aprendizagens [...], os alunos precisam ser estimulados a pensar espacialmente, desenvolvendo o raciocínio geográfico. [...] Esse raciocínio é uma maneira de exercitar o pensamento espacial, para



compreender aspectos fundamentais da realidade (MEC, 2017, p. 219).

Vygotsky (2008) destaca que o pensamento, propriamente dito é construído pelo estímulo e o desejo de realizar, e que por trás há uma tendência “afetivo-volitiva”, que seria o entendimento da vontade verdadeira do outrem, sendo isto possível quando entendemos as verdadeiras necessidades de ambos, “afetivo-volitiva”.

Instigando assim, a importância da participação da criança na comunicação para a defesa do meio ambiente em consonância, comunicar e educar são construídos no cotidiano e oferecem novos caminhos que proporcionam o alcance da autonomia, além de novas percepções ao ver o mundo, pensar, agir, e assim participar de diferentes atividades e ações com criticidade, conjugado a cidadania, por meio das reflexões, vivências e trocas de experiências. Conclui-se então que essa autonomia está relacionada com o outro, assim como define Geraldi (2018) que a liberdade é relativa e ninguém é um autônomo pronto numa sociedade democrática nas ações que se pratica.



Então, pode-se afirmar que a integração da família e escola na construção da autonomia estende-se no engajamento de ambos, impulsionando diálogos constantes de forma ativa e atuante. Para isso faz-se necessário a utilização de esforço e tempo para atingir avanços através da cooperação e da socialização de forma a priorizar os princípios organizacionais escolares. E, quando a comunicação do aluno se torna efetiva no meio ambiente conectando a escola e a família

Percebe-se que nessa construção contínua da autonomia há uma necessidade que pulsa em todas as esferas, tanto na família, quanto na escola com ativa participação do outro, movimento este que possibilita a mediação da comunicação, buscando priorizar a reciprocidade que entrelaça nas emoções em sua intencionalidade.

Esse movimento impera a intencionalidade no processo da construção que permeia a objetividade e a subjetividade a qual constituem a consciência.

Outrora, a completude da comunicação entre a escola e os pais e vice-versa, refletem sobre si mesmos e



suas interferências sobre a sociedade, ou seja, o mundo a partir das atitudes individuais e coletivas.

Portanto, o ambiente sistêmico no espaço escolar abrange além dos muros da escola, pois os emissores atrativos estão envolvidos em prol da emancipação, como uma grande engrenagem.

Pode-se considerar essa engrenagem, ou seja, esse sistema sensível em que exige de todos o exercício contínuo em prol de uma comunicação assertiva que alcance a efetividade, mesmo em ambientes hostis. Fonseca (2018, p.24) ressalta que “Compreender o outro exige uma percepção de sentimentos que envolve a preocupação em transmitir a ideia adequada de certos assuntos. É muito mais do que falar, comunicar-se é saber ouvir”. Mas, preservar o meio ambiente depende da comunicação da escola e a família para que benefícios globalizados venham ocorrer no que tange a educação.

Portanto, a comunicação como ferramenta para a família e escola, colabora na formação conscientes de cidadãos. Isso impulsiona a solução de inúmeros problemas,



a exemplo os danos provocados no ambiente quanto as escolhas não consciente e incorretas de materiais escolar; além de minimizando outras dificuldades de convivência e as relações interpessoais e ambientais (Almeida; Dias; Freire Filha, 2022).

A partir dessa junção comunicacional, vivencia-se na práxis educativa nos espaços escolares, o compromisso em estabelecer papeis e responsabilidades em socializar as trocas de experiências, os quais constituem o desenvolvimento da sociedade como um todo.

## **CONSIDERAÇÕES**

Os organismos do solo, microorganismos, mesofauna e macrofauna, ao sobreviver precisam receber material para quebrar, degradar, biodegradar e restituir ao ambiente nutrientes essenciais e básicos para preservar o solo saudável. São expostos diferentes elementos orgânicos e não-orgânicos, biodegradáveis e não biodegradáveis, e o tempo de transformação fica na dependência da



constituição da matéria. Os plásticos e os microplásticos são polímeros com períodos longos de degradabilidade, a exemplos dos isopores e glitters. Assim a sociedade precisa realizar escolhas para direcionar uma ambiental que vise uma educação na fase inicial de aprendizagem.

A educação infantil realiza aulas práticas utilizando desde materiais biodegradáveis e não-biodegradáveis, porém as crianças somente manipulam o que o adulto expõe como correto, a exemplo o uso dos materiais escolar a partir da lista que o estabelecimento de ensino solicita. Ressalta-se sobre essa questão as marcas que não agrida a natureza, logo mudanças devem ocorrer na seleção adequada para ser apresentada na lista escolar, em sua maioria, deve ser material biodegradável.

Compreender o papel da escola, à luz de uma sociedade mais plena, integrada entre natureza e homem, é preparar cidadãos. A escola exerce a função pedagógica integradora, articulando conteúdos, objetos, pessoas, materiais escolares, a com-prometer com o cuidar do meio ambiente.



A educação é persistente, busca sempre soltar o laço da empiria, incansável na perseverança da formação humana para a sociedade. Esta se realiza na dúvida, na reflexão, no diálogo, nas posições divergentes de ideias, argumentos, condições indispensáveis para o bem comum.

Daí a necessidade em privilegiar o PPP que esteja intrínseco com as necessidades da sociedade. Tudo na escola é ensino e aprendizagem, a lista de material escolar que não está comprometida com a responsabilidade com o meio ambiente, não pode formar sujeitos para a vida coletiva pensando no bem comum. Os saberes não são prontos, são mediados por meio das atividades escolares nas quais os alunos utilizam os objetos das listas dos materiais escolares que poderiam valorizar os objetos sustentáveis.

O conhecimento, o olhar sensível, necessita de mediação humanizada, implica no processo de constituição do sujeito histórico cultural. A instituição escolar reverte-se da responsabilidade social, preponderante para a cidadania quando não saliente materiais escolares biodegradáveis. Compreende-se a prioridade na organização a acerca do



olhar sensível aos materiais escolares, para que ocorra uma mudança no sujeito que aprende como responsável ao lugar que ocupa na sociedade.

O processo comunicacional passou a ser ferramenta essencial que possibilita estabelecer laços afetivos e experiências que permeiam o passado, o presente e o futuro de forma rápida e dinâmica, envolvendo continuamente os pais e a escola.

No entanto, essa parceria precisa ser em prol de uma educação partilhada para que juntos, eles possam construir cidadãos críticos, reflexivos e que tenham consciência da urgência do meio ambiente, novos olhares para as diferentes situações que rodeiam a sociedade contemporânea.

Os formados com essa consciência comunicativa e ambiental serão desbravadores ao apoiarem projetos que buscam a unificação de uma sociedade mais justa, além de apoiarem a preservação do solo, água e ar em união com propósitos, que em sua maioria, são desafiadoras.

Portanto, a comunicação assertiva como ferramenta na família e escola, institui na formação de cidadãos



conscientes que impulsionam a solução de problemas diversos, como exemplo os danos que pode ser provocado ao meio ambiente em consequências de escolhas incorretas não consciente, que cercam a sociedade atual, minimizando inclusive as dificuldades de convivência e melhorando as relações interpessoais e ambientais.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, D.J.R.; DIAS, D.M.S.R.; FREIRE FILHA, L.G. Trajetória social família e escola versus Meio ambiente. *Gestão & Tecnologia*, v. 2, n. 35, p. 3-12, jul./dez. 2022.

AMBIENTE BRASIL. Tempo de decomposição dos materiais. 2021. Disponível em: [https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/tempo\\_de\\_decomposicao\\_dos\\_materiais.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/tempo_de_decomposicao_dos_materiais.html). Acesso em: 30 dez. 2021.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

ANDRAUS, S. et al. Biologia do solo. Projeto solo na escola. Universidade Federal do Paraná. Disponível em:



[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo\\_escola/banner\\_biologia\\_solo.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo_escola/banner_biologia_solo.pdf). Acesso em: 14 fev. 2022.

AQUINO, J.R.G. A desordem na relação professor-aluno: indisciplina, moralidade e conhecimento. In: J.R. G. AQUINO (Org.) Indisciplina na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus editorial, 1996. 152p

ARENDT, H. A condição Humana. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009. 474 p.

ARENDT, H. A condição Humana. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009. 352 p.

AZEVEDO, T.M.; ROWELL, V.M. Competência e habilidades no processo de aprendizagem. Caxias do Sul, 2009. 189p

BOFF, L. Saber Cuidar: Ética do Humano- compaixão pela terra. 9. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2003. 199p.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9.394/96. Brasília. MEC,1996.

CARDOSO, E.J.B.N.; ANDREOTE, F.D. Microbiologia do solo. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p.



CARETTA, C.A.; AITA, C. Agricultura Familiar e Sustentabilidade: Biologia do Solo. Santa Maria-RS: UFSM, 2008. 180p. E-Book. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16159?show=full>. Acesso em: 22 mar. 2021.

COÊLHO, I.M. (org.). Escritos sobre o sentido da escola. Campinas-São Paulo: Mercado de Letras, 2012. 256 p.

COSTA, C.Z. et al. Degradação microbiológica e enzimática de polímeros: uma revisão. Quim. Nova, v. 38, n. 2, 259-267, 2015.

DIAS, G.F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010. 552 p.

DUARTE, M.Y. Comunicação e cidadania. In: DUARTE, J. (org.). Comunicação pública: estado, mercado, sociedade e interesse público. São Paulo: Atlas, 2007. 95 p.

DUARTE, M.Y. Comunicação e cidadania. In: DUARTE, J. (org.). Comunicação pública: estado, mercado, sociedade e interesse público. São Paulo: Atlas, 2007. 95 p.

ECO-UNIFESP. Tempo de decomposição. 2021. Disponível [https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com\\_](https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_)



content&view=article&id=16&Itemid=11. Acesso em: 23 ago 2021.

ECYCLE. Lixo reciclável e não reciclável: saiba qual é qual. 2021. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lixo-reciclavel-e-nao-reciclavel/>. Acesso em: 30 dez. 2021.

FERREIRA, A.B.H. Novo Aurélio XXI: o dicionário da Língua Portuguesa. 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2132 p

FONSECA, S. Gestão de Organizações de Ensino: uma perspectiva pedagógica. Curitiba: Appris, 2018. 169 p.

FRANCHETTI, S.M.M; MARCONATO, J.C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. Quim. Nova, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

FREIRE FILHA, L.G. Eu em casa e os animais nas ruas em tempo de Covid-19. Gestão & Tecnologia, v. 1, n. 30, p.25-32, jan./jun. 2020.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148 p.

FREIRE, P. Pedagogia da esperança: Um reencontro com a



pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996. 336 p.

FRIAS, J.P.G. L; MARTINS, J.; SOBRAL, P. Research in plastic marine debris in mainland Portugal. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v.11, n.1, p.145-148, 2011.

GERALDI, J.W. Notas sobre autonomia relativa do professor e seus cerceamentos constantes. *Revista do NESSEF Filosofia e Ensino*, Curitiba, v.5, n.1, p.78-146, 2018.

GERALDINO, C.F.G. Uma definição de meio ambiente. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, v.18, n.2, p.403-415, 2014.

GOMES, R. Como a tecnologia ajuda a reduzir impactos ambientais? *Terra*, jun. 2021. Disponível em: <https://www.terraanalises.com/blog-ambiental/como-a-tecnologia-ajuda-a-reduzir-impactos-ambientais>. Acesso em: 28 jul. 2022.

LEGNAIOLI, S. Glitter é insustentável: conheça alternativas. 2021. Disponível: <https://www.ecycle.com.br/glitter/>. Acesso em: 8 set. 2023.

LIBÂNEO, J.C. Didática e Epistemologia: para além do



embate entre a didática e as didáticas específicas. In: VEIGA, I.P.A.; ÁVILA, D.C. (org.) Profissão Docente: Novos Sentidos, Novas Perspectivas. 2. ed. Campinas-SP: Papirus, 2013. 176 p.

LIBÂNEO, J.C.; OLIVEIRA, J.F.; TOSCHI, M.S. Educação Escolar, Políticas, Estrutura e Organização. São Paulo: Cortez, 2012. 544 p.

MANO, E. B.; MENDES, L.C. Introdução a polímeros. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2004.

MASETTO, M.T. Competência pedagógica do professor universitário. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012. 221 p.

MATA NATIVA. O glitter realmente faz mal ao meio ambiente? Disponível em: <https://www.matanativa.com.br/o-glitter-realmente-faz-mal-ao-meio-ambiente/#:~:text=Composi%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20do%20glitter,em%20um%20espectro%20de%20espumantes>. Acesso em: 24 fev. 2022.

MILARÉ, E. Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário. São Paulo: RT, 2004.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: Uma ferramenta Sociocultural



para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, São Paulo, v.7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NEGRINE, A. *Aprendizagem e desenvolvimento infantil: psicomotricidade: alternativas pedagógicas*. Porto Alegre: Prodil, 1995. 174 p.

OLIVATTO, G.P. et al. *Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno*. *Rev. Virtual Quim.*, v. 10, n. 6, 2018.

OS TIPOS DE. *Tipos de solo*. 2022. Disponível em: <https://www.ostiposde.com/tipos-de-solo/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

PACERIA PELA VALORIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO – PVE. *Reciclagem: implemente a separação de resíduos em casa*. 2022. Disponível em: <https://pve.institutovotorantim.org.br/2020/06/04/vamos-separar-o-lixo-incentive-as-criancas-a-reciclar/>. Acesso em 28 jul. 2022.

PIAGET, J. *A psicologia da criança*. São Paulo/Rio de Janeiro: DIFEL, 2004. 239 p.

PORTAL EDUCAÇÃO. *Como reciclar o E.V.A*. 2021. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/cotidiano/como-reciclar-o-eva/53158>.



Acesso em: 8 set. 2021.

RAVAGNANI DIAS, D.M.S. A arte na educação infantil: Infância, imaginação e práticas possíveis. 2022, ...p. Trabalho de Conclusão (Disciplina de pós-graduação) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Arte. Goiânia-GO, 2022.

REIS, R.P. Relação família e escola: uma parceira que dá certo. *Mundo Jovem.*, São Paulo, v. 45, n. 373, fev. 2007.

RIBEIRO, D. Termômetro DCP em tempos de pandemia. *Gestão & Tecnologia*, Goiânia, v. 1, n. 30, p. 51-53, jan./jun. 2020.

RIOS, T.A. Educação e Sociedade: perspectiva política da prática educativa. In: RIOS, T.A. *Ética e Competência*. 19.ed. São Paulo: Cortez, 2010. 95 p.

ROSA, D.S. et al. Avaliação da Biodegradação de Poli- $\beta$ -(Hidroxibutirato), Poli- $\beta$ -(Hidroxibutirato-co-valerato) e Poli- $\epsilon$ -(caprolactona) em Solo Compostado. *Polímeros*, v. 12, n. 4, p. 311-317, 2002.

SALTINI, C.J.P. Afetividade e inteligência. 5. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2008. 152 p.



SILVA, A.J.; WEIDE, D.F. A Função Social da Escola. Unicentro, Paraná, 2014. 56p.

SILVA, A.T.T. Infância e Rememoração: reflexões possíveis sobre a experiência do brincar. In: BATISTA, C.V.M.; MORENO, G.L.; PASCHOAL, J.D. (orgs.). As crianças e suas infâncias: o brincar em diferentes contextos. Londrina: humanidades, 2008.

TOSCHI, M.S. A nova LDB e o Projeto Político Pedagógico. Comunicações, v. 5, n. 1, p. 36-44, 1998.

VEIGA, I.P.A. Projeto político-pedagógico da escola: Uma construção coletiva. In: VEIGA, I.P.A. (org.). Projeto político-pedagógico da escola: Uma construção possível. 29. ed. Campinas-SP: Papirus, 2015. 192 p.

VYGOTSKY, L. Pensamento e Linguagem. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 212 p.



The background features a stylized landscape with layered, wavy bands of color in shades of green, grey, pink, orange, and brown, suggesting geological strata or a cross-section of the earth. A large, white rounded rectangle is centered on the page, containing the title text.

## **CURRICULO DOS AUTORES DOS CAPÍTULOS**

## **Dr<sup>a</sup>. Caroline Winter Catharin**

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (2012). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Goiás (2016) na área de Catálise Heterogênea. Doutora em Química pela Universidade Federal de Goiás na área de Catálise Heterogênea. Professora de Engenharia na Faculdade Unida de Campinas. (CV: <http://lattes.cnpq.br/2256497523902170>).

## **Dr. Cicero Augusto Prudêncio Pimenteira**

Professor Associado D-2 da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Líder do Grupo de Pesquisa do CNPq Núcleo de Estudos Economia Regional, Território, Agricultura e Meio Ambiente do Paraíba do Sul - NEERTAM / UFRRJ. Está lotado no Departamento de de Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade - Instituto de Ciências Humanas e Sociais (DDAS - ICHS / UFRRJ). Atuou como Chefe de



Departamento do Departamento de Ciências Econômicas Exatas do ITR no período de setembro de 2011 a maio de 2014. Em 2015 participou de Curso de Formação e Treinamento sobre System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) promovido pelas Nações Unidas, CEPAL GIZ. O curso capacitou o professor na metodologia de Sistema de Contas Ambientais. Leciona as disciplinas de Economia do Meio Ambiente e Economia do Setor Público. Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000), mestrado em Programa de Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002) e doutorado em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010). Durante dez anos realizou pesquisas na Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (COPPE-UFRJ). Atualmente realiza pesquisa na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Economia do Meio Ambiente, com ênfase em Economia dos Recursos Naturais, Economia Regional e Urbana e Avaliação e Valoração Econômica de Projetos, atuando principalmente



nos seguintes temas: Políticas Públicas, Saneamento, Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia. “Web of Science Researcher” (CV: <http://lattes.cnpq.br/2249615002909902>).

### **Dr. Claitonei de Siqueira Santos**

Graduação em História - bacharelado e licenciatura (2004), especialização em Formação de professores, área de concentração gestão escolar (2006), mestrado em educação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2011) e doutorado em educação pela Universidade Federal de Goiás (2020). Tem experiência na área de história e educação, com destaque em história regional, história da educação, educação e trabalho e, políticas educacionais; atua nos seguintes temas: juventude, educação, sociabilidades juvenis. É pesquisador nas áreas de juventude, história e memória no grupo de pesquisa juventudes e educação, na Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Encontra-se como professor no curso de graduação em pedagogia



da Faculdade Unida de Campinas (CV: <http://lattes.cnpq.br/6146350799762829>).

### **M.Sc. Danuza Janne Ribeiro de Almeida**

Mestre em Educação - Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO); - MBA em Marketing (Ênfase em Gestão de Serviço) - Fundação Getúlio Vargas (FGV); - Especialização em Docência Universitária pela Faculdade Delta; - Bacharel com Habilitação em Gestão Empresarial pela Faculdade Ávila); - Consultoria Acadêmica para construção de artigo, TCC's, dissertação e Projetos - Consultoria para apresentações em Bancas - Palestras e Treinamentos. (CV: <http://lattes.cnpq.br/3457712878616836>).

### **M.Sc. Débora Mirtes dos Santos Ravagnani Dias**

Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Educação Antônio Augusto Reis Neves (1988), graduação em Complementação - PROFOP- Habilitação em Ling.



Port pela Universidade Estadual Vale do Acarajú (2009), graduação em Artes Visuais pela Universidade Federal de Goiás (2013). Especialização em Sociedade e Cultura na Modernidade pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Bebedouro (1994), Psicopedagogia pela UNORP - Centro Universitário do Norte Paulista (2003) e mestrado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC (2011). Atualmente é professora da Faculdade Delta. Tem experiência na área da Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: música, arte, didática, avaliação, educação inclusiva e gestão escolar. (CV: <http://lattes.cnpq.br/6679891605533118>).

### **M.Sc. Eliana de Andrade Sarmento**

Experiência em gestão pública na área da assistência social; experiência em planos, programas e projetos sociais (Petrobrás, MDS, BIRD, CAIXA, Saneago); experiência em desenvolvimento urbano (Habitação). Artigos publicados. Mestre em Serviço Social (PUC Goiás ano 2011) e professora



(PUC Goiás 2012-2016). Membro, Orientadora e Presidente de bancas de monografias. Experiências em: avaliação de riscos (vulnerabilidades e riscos sociais de famílias p/ encaminhamentos as políticas públicas); planejamento e execução de projetos nas áreas de saneamento básico ( capacitação p/ formação de cooperativas em coleta e tratamento de resíduos orgânicos (em aterros sanitários regularizados) e materiais (através da reciclagem) - resíduos sólidos; habitação popular (projetos sociais voltados ao bem recebido, geração de renda, capacitação, etc.); na área da educação (brinquedoteca, biblioteca volante....); atividades culturais e esportivas (experiência com projetos voltados a jovens e seus familiares); Coordenação do Centro de Referência de Assistência Social ? Cras Vó Rosaria de Goianira-Go. Elaboração da revista: “Construindo Novos Caminhos” da Secretaria Municipal de Promoção e Assistência Social de Goianira-Go (2006-2012). Elaboração de Projeto Técnico Social (PTS), de Educação Ambiental em Saneamento (2013-2014), na Saneago. Professora na Faculdade Unida de Campinas (2016-2019). (CV: <http://>



[lattes.cnpq.br/6204152802085344](http://lattes.cnpq.br/6204152802085344)).

**Dr. Felipe Corrêa Veloso dos Santos**

Possui graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Urutaí -GO (2008), graduação em Licenciatura em Física pelo Instituto de Educação e Tecnologias (2015), mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2011) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2016). Atualmente é colaborador da Universidade de Brasília e professor assistente da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Física do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade física do solo, recursos hídricos, drenagem urbana, sistema agroflorestal e precipitação acumulada.

(CV: <http://lattes.cnpq.br/8785230632435448>).



## **M.Sc. Ivo Monteiro de Queiroz**

Mestre em Educação, Linguagens e Tecnologias pela Universidade Estadual de Goiás. Possui especialização em Docência do Ensino Superior e Licenciatura em História. Atua como professor de História na rede privada de ensino de Goiânia e região metropolitana. Dedicar-se às áreas de pesquisa relacionadas aos temas: História de Goiás, História da Educação e Políticas Educacionais. (CV: <http://lattes.cnpq.br/0105385266407706>).

## **Dr.<sup>a</sup> Janaína Moura Oliveira**

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2005), mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2009), doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2014) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2015). Atualmente é pós doutoranda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Arroz e Feijão e professor



adjunto da Faculdade Metropolitana de Anápolis. Atuando principalmente nos seguintes temas: conservação do solo, carbono no solo e gases de efeito estufa. (CV: <http://lattes.cnpq.br/2815916388473689>).

### **Dr.<sup>a</sup>. Lindomar Guedes Freire Filha**

Doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília (2004), mestrado em Medicina Tropical pela Universidade Federal de Goiás (1997), especialização em Parasitologia (UFG-1989), Geoprocessamento e Análise Ambiental (UFG-2009) e em Gestão em Química e Ambiente (UFG-2013), graduação em Ciências Biológicas modalidade médica pela Universidade Federal do Pará (1984). Tem experiência na área de Parasitologia com ênfase em Helmintologia e Protozoologia Parasitária Humana (*Lagochilascaris minor*, in vitro, *Leishmania amazonensis*), em Patologia (Estudos de *Leishmania amazonensis* respostas Imunopatológicas em camundongos e em *Calomys callosus*), em Resíduos Sólidos e Saúde



Ambiental. Atualmente é editora chefe da revista Gestão & Tecnologia da Faculdade Delta. (CV: <http://lattes.cnpq.br/8477433845532599>).

**Dr<sup>a</sup>. Priscila Silva Matos**

Graduada em Engenharia Florestal pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG). Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Doutora em Agronomia-Ciência do solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) com período de pesquisa em Colorado State University (CSU) e EMBRAPA Arroz & feijão - BR pelo programa The Climate, Food and Farming, Global Research Alliance Development Scholarships (CLIFF-GRADS). Atualmente, atua como pós doutoranda realizando pesquisa sobre indicadores biológicos do solo em sistemas de produção orgânicos na UFRRJ. Possui experiência nas linhas de pesquisa desenvolvimento sustentável, indicadores de qualidade



do solo, sistemas agroflorestais, sequestro de carbono sob sistemas diversificados e manejo agroecológico do solo.

(CV: <http://lattes.cnpq.br/4238730198883558>)

### **M.Sc. Walther Daniel Prieto Sanchez**

Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento Agricultura e Sociedade (CPDA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Graduado em Ciências Políticas e Sociais da ‘Universidad Nacional de Colombia’ (2012). Mestre em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, (IE/UFRRJ) (2018). Membro colaborador do Grupo de Pesquisa do CNPq Núcleo de Estudos Economia Regional, Território, Agricultura e Meio Ambiente do Paraíba do Sul (NEERTAM / UFRRJ). Experiência nas áreas Ciência Política atuando principalmente nos seguintes temas: políticas públicas, gestão de resíduos, educação ambiental, economia popular e participação política cidadã. Habilidades complementares



em pedagogia, estratégias de comunicação, fotografia e produção audiovisual. (CV: <http://lattes.cnpq.br/0397560193504905>).

### **Dr<sup>a</sup>. Vladia Correchel**

Graduação em Agronomia pela UFLA (1996), mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela USP/ESALQ (1998) e doutorado em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura) pela USP/CENA (2004). Atua na Escola de Agronomia da UFG desde 2006, sendo atualmente professora associado III. Participa do PPG em Agronomia na EA desde 2005, colaborando em diversas comissões , ministrando as disciplinas Física do Solo e Erosão e Conservação do Solo I e orientando mestres e doutores de diferentes áreas de formação (Agronomia, Geografia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal) desde então nos seguintes temas: indicadores de qualidade física do solo e conservação do solo. Coordena o Laboratório de Física do Solo da EA desde 2006, desenvolvendo pesquisas



com graduandos e pós graduandos em Física aplicada a Conservação do Solo (Grupo de pesquisa do CNPq), com ênfase em solos frágeis. É membro do Núcleo Docente Estruturante dos cursos de graduação em Agronomia e Engenharia Florestal e da CISSP/EA. Desenvolve atividades de pesquisa e ensino com a Universidade de São Paulo e a Universidade Estadual de Ponta Grossa. (CV: <http://lattes.cnpq.br/4781536691286837>).



# Patrocinio



Este livro reflete a valorização que devemos ter com o solo e o ambiente usado diariamente, tendo com o objetivo discutir a importância e o impacto das ações do homem no planeta Terra. Cada capítulo foi escrito por doutores, em sua maioria, acrescidos de autores, especialista, nos capítulos propostos. A programação do livro teve como vertente principal ser de cunho multidisciplinar, contando com uma linguagem científica, porém, com um olhar holístico para o alcance a todos, pois, a ciência deve visar a população, para que seus leitores popularizem esta e divulgue a pesquisa. Além disso, também foram realizadas ideias criativas e de bem-estar sobre o tema.

