

# **EDUCAÇÃO ESCOLARIZADA E SUSTENTABILIDADE: POSSIBILIDADE DE SE PENSAR A REALIDADE POR MEIO DE TEMAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS**



## **SCHOOL EDUCATION AND SUSTAINABILITY: THE POSSIBILITY OF THINKING ABOUT REALITY THROUGH SCIENCE TEACHING THEMES**

**PAULA REGINA TOLEDO SARRAINO**

Graduação em Biomedicina pela Universidade de Santo Amaro (2004); Professora de Ensino Fundamental II e Médio - Ciências - na EMEF Desembargador Joaquim Cândido de Azevedo Marques.

### **RESUMO**

O presente trabalho tem por tema central o ensino de biologia em contexto escola, em articulação com temas e assuntos da vida cotidiana. Em um recorte mais específico, aborda o tema da sustentabilidade a partir da preservação do solo, compostagem, adubação verde, rotatividade de culturas etc. aborda-se tais temas, haja vistas estarem intimamente correlacionados com conteúdos do ensino de ciências na escola, mais particularmente, com o ensino de biologia. Sendo assim, a problemática que permeia toda a reflexão da presente argumentação, coloca em pauta de quais formas a educação escolarizada e ensino de ciências pode contribuir para a formação de cidadãos comprometidos com a preservação ambiental e sustentabilidade? Portanto, complementarmente, o objetivo é compreender o ensino de ciências na escola na chave de responsabilidade ambiental e social. Trata-se de uma investigação bibliográfica, exclusivamente de caráter qualitativo, em que se foi possível encontrar como resultado, a importância articulação da educação escolarizada, na conscientização acerca da sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências e Biologia; Sustentabilidade; Produção Agrícola sustentável.

## ABSTRACT

The central theme of this work is the teaching of biology in a school context, in conjunction with themes and subjects from everyday life. More specifically, it addresses the issue of sustainability based on soil preservation, composting, green manure, crop rotation, etc. These issues are addressed because they are closely correlated with the content of science teaching at school, particularly biology teaching. Therefore, the problem that permeates the entire reflection of this argument raises the question of how school education and science teaching can contribute to the formation of citizens committed to environmental preservation and sustainability. Therefore, in addition, the aim is to understand science teaching at school in terms of environmental and social responsibility. This is an exclusively qualitative bibliographical investigation, in which it was possible to find as a result, the articulated importance of school education in raising awareness about sustainability.

**KEYWORDS:** Teaching Science and Biology; Sustainability; Sustainable Agricultural Production.

## INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro tem sido cada vez mais impactado por novas tecnologias, que aliadas às técnicas já consagradas no setor, contribuem com o fornecimento de alimentos e demais produtos para toda a humanidade. Por outra parte, deve-se pontuar a importância da agricultura familiar na produção brasileira, sendo a modalidade que abastece em grande medida o mercado nacional. Inicia-se a argumentação a partir dessa oposição, haja vista uma das principais problemáticas da contemporaneidade ser a questão da preservação ambiental e sustentabilidade.

Nestes termos, a presente pesquisa tem por orientação a reflexão das possibilidades do ensino de ciências articular conteúdos próprios do processo de escolarização, com questões de interesse social e coletivo, operando na chave da preservação ambiental. Nesse sentido, se propõe como pergunta de pesquisa, de quais formas temas próprios do ensino de ciências podem contribuir para a formação de cidadãos responsáveis no que concerne à preservação ambiental e sustentabilidade?

De modo a se alcançar possíveis respostas à problemática de pesquisa, como objetivo geral, busca-se analisar e compreender a sustentabilidade enquanto princípio constituinte elementar da educação escolarizada, especialmente referente ao ensino de ciências e áreas correlatas. Na mesma direção, de modo a sustentar esse objetivo geral, buscar-se-á analisar técnicas de compostagem, enquanto possibilidade de ensino, assim como, entender fatores de nutrição do solo por meio de processos naturais.

Finalmente, a pesquisa se caracteriza por ser de investigação bibliográfica, partindo de obras completas de autores que estudam o tema, até chegar em trabalhos mais recentes como artigos científicos, dissertações e teses. A abordagem de análise da bibliografia pode ser definida como sendo de perspectiva ecológica, em que se busca compreender de forma harmônica a articulação entre ser humano e exploração dos recursos naturais e que, nessa relação dialética, ao transformar a natureza,

o sujeito também é transformado por essa e, nessa simbiose, é indispensável o desenvolvimento de técnicas e metodologias de preservação.

## **ATRIBUIÇÕES DA AGRONOMIA E A RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Grosso modo, a agronomia é a ciência que estuda as técnicas e métodos para a produção de alimentos, fibras, plantas ornamentais, madeira e outros produtos agrícolas em larga escala. A importância da agronomia é ampla e abrange aspectos econômicos, sociais e ambientais. Envolve a aplicação de princípios científicos para melhorar a produção agrícola, bem como a conservação e a gestão dos recursos naturais. É uma área que se dedica ao estudo das plantas, dos solos, do clima e da água, buscando entender como esses fatores interagem e como podem ser gerenciados para maximizar a produtividade e a qualidade dos cultivos.

Como mencionado brevemente acima, a agronomia é uma área de estudo que se dedica ao estudo da produção agrícola, buscando entender e melhorar o desempenho das culturas para otimizar a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis e outras commodities agrícolas. Em sua correlação com a produção de leguminosas, uma das centralidades de reflexão da presente pesquisa, haja vista a importância de sua produção para a saúde do solo, é uma das áreas de atuação da agronomia consideradas de suma importância, pois estas plantas são essenciais tanto para a produção de alimentos e como fonte de nitrogênio para outras culturas.

As leguminosas, por exemplo, são plantas da família Fabaceae, que apresentam a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias específicas, que colonizam suas raízes e formam nódulos. Dessa forma, as leguminosas são importantes para a fertilidade do solo e para o manejo sustentável da agricultura.

A produção de leguminosas envolve uma série de práticas agronômicas, tais como seleção de cultivares, preparo do solo, manejo de irrigação, controle de pragas e doenças, colheita e armazenamento dos grãos. A adoção de práticas de manejo sustentável, como a rotação de culturas e o uso de técnicas de plantio direto, contribui para a preservação do solo e a redução do impacto ambiental da agricultura.

Existem diferentes técnicas de fixação de nitrogênio no solo, algumas das quais mais conhecidas a fixação biológica de nitrogênio (FBN), processo no qual bactérias e outros microrganismos convertem o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em formas utilizáveis de nitrogênio, como amônia ( $NH_3$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ). As leguminosas, como feijão, ervilha, soja e alfafa, possuem uma relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, formando nódulos nas raízes que abrigam as bactérias.

No mesmo sentido, pode-se citar a adubação verde, que é uma técnica em que plantas são cultivadas e incorporadas ao solo antes da semeadura ou plantio das culturas principais. As plantas utilizadas são geralmente leguminosas, que fixam nitrogênio no solo através do processo de FBN. E ainda, a compostagem, sendo um processo em que resíduos orgânicos, como restos de alimentos e folhas, são decompostos por microrganismos em um composto rico em nutrientes. A compostagem pode aumentar o teor de nitrogênio no solo, pois o processo libera amônia e outros

compostos nitrogenados.

Além disso, a fertilização do solo também envolve a aplicação de técnicas de manejo do solo, como aração, rotação de culturas, entre outras. Essas técnicas ajudam a melhorar a estrutura do solo, a aumentar a capacidade de retenção de água e a reduzir a erosão. Através do uso de técnicas sustentáveis de cultivo e manejo do solo, é possível aumentar a produtividade agrícola sem comprometer a qualidade do meio ambiente (FIALHO, et al., 2006)

## COMPOSTAGEM

A compostagem é um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, que transforma restos de alimentos, resíduos de jardim e outros materiais em um fertilizante natural rico em nutrientes, chamado composto. A compostagem é uma prática importante na agricultura, pois ajuda a melhorar a qualidade do solo e a aumentar a produtividade das culturas.

Os agrônomos muitas vezes trabalham com a compostagem, buscando formas de otimizar o processo e melhorar a qualidade do composto produzido. Eles podem avaliar diferentes técnicas de compostagem, como a compostagem aeróbica e anaeróbica, e determinar o melhor método para um determinado tipo de material orgânico. Além disso, os agrônomos também podem aconselhar os agricultores sobre como utilizar o composto produzido a partir da compostagem para melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade das culturas.

Compostagem é um processo biológico em que os micro-organismos transformam matéria orgânica em um composto rico em nutrientes, chamado de composto orgânico. Esse composto é utilizado como fertilizante natural em jardins, hortas e plantações.

A compostagem é uma forma sustentável de lidar com resíduos orgânicos, como restos de alimentos, folhas, galhos, grama, entre outros. Em vez de descartá-los no lixo, esses materiais são depositados em uma pilha ou caixa própria para compostagem, onde são decompostos por bactérias, fungos e outros microrganismos.

Esse processo libera calor e dióxido de carbono, por isso é importante manter a umidade e aeração adequadas para garantir o sucesso da compostagem. O tempo necessário para o processo de compostagem variará de acordo com as condições ambientais, mas geralmente leva de alguns meses a um ano para obter um composto de boa qualidade (QUEIROZ, et al., 2000).

O composto orgânico produzido pela compostagem é uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos, pois melhora a saúde do solo, aumenta a retenção de água e nutrientes, e promove o crescimento saudável das plantas. Além disso, a compostagem também ajuda a reduzir a quantidade de resíduos que são enviados para aterros sanitários, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

Em geral, é importante garantir que os materiais orgânicos sejam bem misturados, tenham umidade adequada e tenham aeração suficiente para permitir a entrada de oxigênio e o crescimento de microrganismos. Além disso, é importante garantir que a temperatura da pilha esteja em uma

faixa adequada para que o processo de compostagem funcione de forma eficaz (CAPRA, 2004).

Dentre as técnicas de compostagem, existe a desenvolvida em caixas. Esta técnica é semelhante à anterior, mas uma caixa de madeira é usada para conter os materiais. A caixa deve ter orifícios para permitir a aeração adequada e um fundo permeável para que o excesso de umidade esorra.

Compostagem em contêineres, semelhante a compostagem de pilha, mas uma lixeira é usada para manter os resíduos juntos e protegê-los de elementos externos. Os recipientes podem ser feitos de madeira, metal ou plástico, e podem ser encontrados em diferentes tamanhos e formas. É importante certificar-se de que há ventilação suficiente e misturar os resíduos regularmente para facilitar a decomposição.

Também a compostagem em buracos, sendo uma técnica que envolve cavar um buraco no chão e preenchê-lo com materiais orgânicos. Os materiais devem ser cuidadosamente misturados para garantir uma boa aeração e umedecidos para manter a umidade adequada. Uma vez que o buraco está cheio, ele é coberto com solo e deixado para amadurecer por vários meses.

Ainda, a compostagem de vermicompostagem, a partir do uso de minhocas para quebrar materiais orgânicos. Os resíduos são colocados em um recipiente especial de minhoca, onde os vermes são responsáveis por decompô-lo e produzir um composto de alta qualidade.

Para se trabalhar com os princípios da compostagem faz-se necessário que se conheça adequadamente todos os processos que a constitui. Diferentemente do que pensa o senso comum, compostagem não é apenas o “apodrecimento” de matéria orgânica. Mais adequadamente, compostagem refere-se ao tratamento de resíduos orgânicos, a partir de processos de degradação aeróbica decorrentes das ações de microrganismos variados, como bactérias, fungos, algas, actinomicetos, protozoários; e pela ação de insetos, larvas, minhocas, besouros etc. (PEREIRA NETO, 1996).

De modo geral, pode-se dividir a compostagem em duas grandes fases, a bioquímica, em que acontece as primeiras reações marcadamente termofílicas e a segunda, a de maturação, especificamente dos processos de humificação. Ou ainda, pode-se dividir em três fases: 1- a fitotoxicidade, que é o composto cru; 2- a bioestabilização, chamada de semicura; e 3- a humificação que se refere a mineralização, em que, como produto da degradação da matéria orgânica, tem-se nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (KIEHL, 1998). Destas fases, por meio da oxidação biológica, libera-se dióxido de carbono e vapor d'água. E já neste momento identifica-se o aspecto fulcral do sucesso ou fracasso da compostagem, que é a correlação carbono-nitrogênio nos processos de oxidação. Níveis de proporção entre os dois elementos são determinantes na qualidade do substrato a ser produzido.

Pode-se admitir que matérias com cores mais vivas, ou ainda em condições frescas, como restos de vegetais, folhas verdes etc., apresentam maior quantidade de nitrogênio em sua constituição, enquanto matérias de cor acastanhadas, como casca de árvores e galhos secos são ricos em carbono. Concernente a essa proporção carbono/nitrogênio (C/N), o ideal é que esteja contido na correspondência 25-35 para 1, respectivamente. Isso porque, materiais ricos em carbono cumpre o papel de fornecedores de energia, enquanto os ricos em nitrogênio garantem o ritmo e tempo certo

de compostagem, além de ser elemento essencial para a qualidade do composto. Relação baixa entre C/N acarretará perda de nitrogênio na forma de amoníaco, causando mal cheiro e produzindo chorume. Relação alta de C/N inibe o crescimento e atuação microbiana, dificultando o consumo do carbono e não elevando a temperatura.

Ainda, formando esse tripé fundamental do processo de decomposição, a umidificação do composto deve estar na faixa de 40 a 60%, sendo considerada ótima. Importante notar que areação, temperatura e umidade são interdependentes. O desequilíbrio em um dos fatores acarreta variação dos outros dois. Por exemplo, quando a umidade é excessiva, aglutina-se as partículas do composto, levando ao adensamento da leira e respectiva restrição de difusão de oxigênio, podendo atingir 5%; ao acontecer isso, o processo entra em retardamento e a temperatura também baixa, atingindo a faixa mesofílica entre 20 e 40 graus (PEREIRA NETO, 1998).

Em alguns casos, o composto pode ser utilizado em fase de semicura, apresentando proporção de C/N de 18/1. Já quando totalmente maturado, a proporção gira em torno de 10/1. Neste período ideal, o pH deve estar contido entre 7 e 8. Abaixo desses valores significa maturação incompleta. E como é sabido, valores de pH abaixo de 7 significa acidez, muito provavelmente em decorrência da presença de processos anaeróbicos de degradação da matéria orgânica. pH baixo inibe a ação dos organismos, retardando o processo de compostagem.

Finalmente, ao final do processo, o composto pode apresentar alguns indícios de matéria ainda não humificadas, ou seja, ainda não totalmente degradadas. Mas o ideal é que se alcance as propriedades húmicas para ao menos 50% do composto. Matéria húmica tem por características a capacidade de interação com íons metálicos, manutenção do pH em condições ideais e fonte de nutrientes. A porção que não foi totalmente degradada são as macromoléculas residuais. Importante atentar nesses momentos derradeiros do processo que fertilizantes orgânicos com processos de maturação incompletos podem acarretar efeitos adversos, uma vez que promovem atividade microbiana intensa no solo, dificultando o crescimento das plantas, fenômeno chamado de imobilização.

Destarte, pode-se mencionar os seguintes benefícios a partir da compostagem: solo saudável, uma vez que além de nutrir, se liga a diferentes matérias do solo, ajudando na areação e permeabilidade. Nesse sentido, uma vez de um solo saudável e nutritivo, a biodiversidade também tende a crescer, oportunizando a manutenção desta condição e com potencial crescente de qualidade uma vez que favorece a reprodução de diferentes organismos; controla a acidez do solo; representa reaproveitamento da matéria orgânica residual que, supostamente, viraria lixo, o que remete a diferentes benefícios ambientais e sustentabilidade.

Em um exemplo do processo e técnicas envolvidas na compostagem, pode-se citar a composteira em caixas.

1º Minhocário composto por 3 caixas, preferencialmente de madeira, uma sobreposta a outra. As duas caixas de cima são preenchidas com terra. Na caixa mais acima, são colocadas as minhocas, assim como, pode-se colocar besouros e outros animais decompositores.

2º os materiais orgânicos são colocados nessa caixa superior mais acima, em que se encontram as minhocas. Aí que será feito o processo de decomposição. Alguns materiais orgânicos não são

recomendados a serem colocados, como carnes, queijos e restos de alimentos muito ácidos, como laranjas e limões.

3º nessa terceira etapa, cobre-se a terra e os resíduos que ali foram colocados com serragem ou palha, para se manter a umidade adequada. Quanto mais variado for os resíduos colocados na caixa das minhocas, mais rico em nutrientes será a compostagem. O processo até aqui descrito, deve ser repetido até encher a caixa, ou seja, são formadas camadas de terra com minhoca, resíduos orgânicos e serragem.

4º quando essa caixa superior fica cheia, vai para o patamar do meio, devendo permanecer ali por ao menos dois meses. A caixa que estava no segundo patamar, sobe para o andar de cima, a qual receberá o mesmo processo de terra com minhoca, resíduos orgânicos e cobertura de serragem.

5º enquanto ocorre o processo de decomposição na caixa do meio, tem-se como produto um líquido rico em nutrientes e livre de bactérias, o chamado chorume. Esse líquido escorre e deve ficar armazenado na caixa mais inferior, o qual deverá ser coletado, podendo servir de adubo líquido para as plantas, assim como pode servir de pesticida natural ao ser pulverizado nas plantas. É importante pontuar que esse chorume para ser utilizado deve ser diluído em água, dada sua alta concentração, o que pode matar as plantas.

6º na caixa do meio, conforme se vai decompondo os alimentos, as minhocas sobem para o patamar decima, que ainda apresenta maior quantidade de alimentos. Ao final desse processo, na caixa do meio restará o adubo fresco. Ao retirar a caixa do meio com o adubo pronto, a caixa superior desce para o patamar do meio e uma nova caixa é colocada no patamar superior, para se reiniciar o processo.

Faz-se importante o conhecimento acerca do clima local, visando com isso munir-se de informações importantes, as quais irão contribuir com um planejamento mais adequado das atividades a serem realizadas, bem como servirão de subsídios ao correto entendimento de problemas que ocorram como, por exemplo, de secas e geadas.

O grupo de sementes que contribuem muito significativamente para a alimentação humana e animal são as leguminosas. O termo "leguminosa", inclui, tipicamente, sementes dos seguintes gêneros: ervilha (*Pisum*), ervilhaca (*Vicia*), lentilha (*Lens*), fava (*Vicia*), chícharo (*Lathyrus*), feijão (*Phaseolus*) vermelho, rosa, branco, manteiga, verde, soja (*Glycine*), amendoim (*Arachys*) e tremoço (*Lupinus*). Uma das características das leguminosas é a ocorrência de frutos do tipo legumes, também conhecido como vagem, exclusiva deste grupo.

Desta forma, evidencia-se que as leguminosas têm importância na alimentação humana, animal, na adubação verde, além de espécies arbóreas presente nas florestas, no reflorestamento e no paisagismo (FRANCO et al., 1996). Representam uma vasta família de plantas, incluindo mais de 600 gêneros e mais de 13 mil espécies. A produção das principais leguminosas comestíveis exceto a soja, somam mais de 60 milhões de toneladas (CARVALHO et al., 2000).

As leguminosas com sementes desidratadas podem ser armazenadas por muito tempo sem perder seu valor nutricional, proporcionando assim maior flexibilidade e maior suprimento de alimentos

na entressafra. Os agricultores que cultivam feijão podem optar por vender sua colheita e reservar uma parte da produção para o autoconsumo de alimentos e / ou sementes. Também na produção animal, as maiores concentrações de proteína nesses grãos podem melhorar a saúde animal e a conversão alimentar (FARIA; CAMPELLO, 1999).

Um atributo importante das leguminosas é sua capacidade biológica de fixar nitrogênio. Essas plantas coexistem com certos tipos de bactérias (como rizóbios, rizóbios de crescimento lento) e podem converter o nitrogênio atmosférico em compostos contendo nitrogênio para o crescimento das plantas, melhorando assim a fertilidade do solo. Estima-se que as leguminosas podem fixar de 72 a 350 kg de nitrogênio por hectare por ano. Além disso, algumas leguminosas podem liberar fósforo no solo, que também desempenha um papel importante na nutrição das plantas. Essas duas características são particularmente importantes para sistemas de produção agrícola de baixo insumo e princípios de ecologia agrícola, que podem reduzir significativamente o uso de fertilizantes químicos. Ao mesmo tempo, a rotação de culturas, incluindo feijão, permite a produção futura na mesma terra (FRANCO et al., 1996).

A partir do uso de bibliografias técnico-científica especializadas, pode-se realizar um estudo sobre a sistemática das espécies (classificação - Família, nome científico e popular). Pode-se mencionar três unidades taxonômicas: a família botânica, que é a reunião dos gêneros botânicos afins; o gênero botânico, que é o agrupamento de espécies afins, e a espécie botânica, que é a unidade taxonômica básica, englobando indivíduos vegetais muito semelhantes entre si (Ornellas, 2007).

## **LEGUMINOSAS: ROTAÇÃO DE CULTURA- ADUBAÇÃO**

Existem várias vantagens na prática de um sistema de rotação adequado, como por exemplo, proporciona diversificação da produção, melhora as propriedades do solo, ajuda no controle de pragas e doenças, aumenta a produtividade do sistema, promove a ciclagem de nutrientes e colabora com a restauração de áreas degradadas (FANCELLI, 2009).

A rotação de culturas é uma prática agrícola que envolve o cultivo de diferentes espécies vegetais em um determinado terreno em sucessão temporal. O objetivo principal dessa técnica é melhorar a saúde do solo e aumentar a produtividade agrícola. Dentre as principais vantagens dessa prática, pode-se falar em ajuda no controle de pragas e doenças do solo, redução da necessidade de fertilizantes químicos e aumento da eficiência do uso de nutrientes. Além disso, ela pode aumentar a diversidade de culturas em uma determinada área produtiva e, assim, ajudar a promover a biodiversidade.

A rotação de culturas pode ser feita de várias maneiras, dependendo das espécies cultivadas, do clima e do tipo de solo. Algumas das práticas comuns incluem a rotação de culturas anuais e perenes, a rotação de culturas de leguminosas e a rotação de culturas de cobertura, caracterizando-se por ser uma prática importante na agricultura que pode contribuir para melhorar a saúde do solo, aumentar a produtividade agrícola e promover a biodiversidade.

Em termos de melhora da saúde do solo, ao cultivar diferentes espécies vegetais em sucessão,



a rotação de culturas ajuda a evitar a exaustão e a reduzir a incidência de doenças e pragas específicas de uma cultura. Além disso, as raízes das plantas cultivadas podem ajudar a melhorar a estrutura do solo e a reter nutrientes.

Na mesma direção, a rotação de culturas apresenta-se extremamente eficiente na necessidade de utilização fertilizantes químicos. A rotação de culturas pode reduzir a necessidade de fertilizantes químicos haja vista que, diferentes culturas, têm diferentes necessidades nutricionais. As leguminosas, por exemplo, podem fixar o nitrogênio atmosférico e torná-lo disponível para outras culturas. Articulado com a redução do uso de fertilizantes químicos, a prática da rotação de culturas pode aumentar a produtividade agrícola, pois diferentes culturas têm diferentes exigências nutricionais e ambientais. Ao alternar as culturas, é possível maximizar o uso do solo e dos nutrientes, o que pode resultar em colheitas mais saudáveis e abundantes.

Destes aspectos anteriores em articulação, o que emerge é a promoção da biodiversidade, assim como, redução do impacto ambiental da produção agrícola. Fala-se em promoção da biodiversidade se considerarmos que, diferentes espécies vegetais, atraem diferentes tipos de insetos e animais, o que pode ajudar a manter um ecossistema equilibrado e saudável, o que, por conseguinte, pode reduzir o impacto ambiental da agricultura, pois pode ajudar a reduzir a erosão do solo, a perda de nutrientes e a contaminação da água e do solo com pesticidas e fertilizantes químicos.

Na proposta de abordagem que se apresenta aqui, as leguminosas são uma importante categoria de plantas que podem ser incluídas na rotação de culturas. Elas são plantas que têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico em suas raízes, através de uma simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Esse nitrogênio pode ser utilizado pelas plantas para o crescimento, aumentando a disponibilidade de nitrogênio no solo.

A fixação de nitrogênio no solo é um processo biológico pelo qual algumas espécies de bactérias têm a capacidade de transformar o nitrogênio gasoso da atmosfera em uma forma que as plantas possam utilizar. Esse processo é conhecido como fixação biológica do nitrogênio. As bactérias fixadoras de nitrogênio estabelecem uma relação simbiótica com as plantas. Nas raízes das plantas, as bactérias formam nódulos, onde ocorre a fixação do nitrogênio. As plantas, por sua vez, fornecem carboidratos para as bactérias, que as utilizam como fonte de energia.

A fixação de nitrogênio é importante para a agricultura, pois o nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento das plantas. No entanto, a maioria das plantas não consegue absorver diretamente o nitrogênio gasoso da atmosfera. Por isso, a fixação biológica do nitrogênio é uma forma importante de fornecer esse nutriente às plantas.

Além da fixação biológica, existem outras formas de fornecer nitrogênio às plantas, como a adição de fertilizantes nitrogenados ao solo. No entanto, os fertilizantes químicos podem ter impactos negativos no meio ambiente, como a contaminação da água e do solo com nitratos, que podem ser prejudiciais à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos. A inclusão de plantas fixadoras de nitrogênio na rotação de culturas pode ser uma forma de aumentar a fertilidade do solo e reduzir a dependência de fertilizantes químicos na agricultura.

As leguminosas são plantas que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico em

seus nódulos radiculares, através de uma relação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Essas bactérias estabelecem uma relação simbiótica com as raízes das leguminosas, formando nódulos, onde ocorre a fixação do nitrogênio atmosférico.

A fixação biológica do nitrogênio pelas leguminosas é um processo natural e importante para a fertilidade do solo, pois o nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento das plantas. Quando as leguminosas são cultivadas, elas fixam o nitrogênio atmosférico e transformam em uma forma que as outras plantas possam utilizar, aumentando a disponibilidade de nitrogênio no solo.

Além disso, as raízes das leguminosas têm a capacidade de penetrar profundamente no solo, melhorando a estrutura do solo e aumentando a capacidade de retenção de água. As leguminosas também produzem compostos que repelam ou reduzem a população de alguns insetos e patógenos, o que pode ajudar a controlar pragas e doenças.

A rotação de culturas que inclui leguminosas pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a fertilidade do solo e reduzir a dependência de fertilizantes químicos na agricultura. A inclusão de leguminosas na rotação de culturas pode ser feita com diferentes tipos de leguminosas, como feijão, ervilha, lentilha, amendoim e trevo, dependendo do tipo de solo e clima da região. Portanto, a fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas é um processo natural importante para a fertilidade do solo. A inclusão de leguminosas na rotação de culturas pode trazer vários benefícios para a agricultura, incluindo o aumento da fertilidade do solo, a melhoria da estrutura do solo, o controle de pragas e doenças, e a redução da necessidade de fertilizantes químicos.

Ao incluir leguminosas na rotação de culturas, pode-se obter uma série de benefícios. Primeiramente, como afirmado logo acima, as leguminosas podem aumentar a fertilidade do solo, uma vez que fixam o nitrogênio, que é um nutriente essencial para as plantas. Além disso, as raízes das leguminosas têm a capacidade de penetrar profundamente no solo, melhorando a estrutura do solo e ajudando a reduzir a compactação. Outra vantagem de incluir leguminosas na rotação de culturas é que elas podem ajudar a controlar pragas e doenças, pois têm compostos que repelam ou reduzem a população de alguns insetos e patógenos. Além disso, a rotação de culturas que inclui leguminosas pode ajudar a controlar ervas daninhas e a reduzir a necessidade de herbicidas. Ainda, a escolha da leguminosa a ser incluída na rotação de culturas pode depender de vários fatores, como o clima e o tipo de solo.

A rotação de culturas é uma prática agrícola que envolve a mistura de qualquer material verde (seja gramíneas ou leguminosas) ao solo, o que trará benefícios ao solo e à rotação de plantas e / ou plantas relacionadas. Os feijões são as plantas mais comumente usadas para esse fim porque são mais eficazes do que as gramíneas (WUTKE et al., 1998). Por exemplo, o feijão é usado entre fileiras de pomares de laranja, entre fileiras de tomate, alface, mamão, banana, cenoura, beterraba e muitas outras culturas perenes (FANCELLI, 2009).

Na rotação de culturas, as leguminosas utilizadas na rotação são plantadas individualmente em toda a área, e quando atinge seu pico de produtividade e qualidade, que geralmente ocorre no início da floração, as plantas são incorporadas ao solo. A rotação de culturas ocorre entre plantas anuais (como soja, milho, feijão e algodão) e plantas "semiperenes" (como cana-de-açúcar) (ARF

et al., 1999).

Arnhold et al., (2016) afirma que, além de mais eficientes, as leguminosas apresentam vantagens óbvias em relação a qualquer outra flora. Só eles podem fixar biologicamente o nitrogênio na atmosfera por meio da associação específica de microrganismos que colonizam as raízes das plantas. Esta vantagem pode substituir parcial e / ou completamente os fertilizantes de nitrogênio por meio de fertilizantes químicos. Para conseguir a fixação biológica do nitrogênio, as sementes devem ser inoculadas com microrganismos específicos para promover a colonização das plantas e, assim, alcançar uma fixação eficaz.

De acordo com Fancelli (2000) com o uso de leguminosas, além do aporte de nitrogênio, também poderá proporcionar o aumento de fósforo (P), devido à capacidade de determinadas espécies em solubilizar o elemento indisponível para a maioria das plantas cultivadas, bem como pela facilidade de estabelecer associação com fungos micorrízicos, tal como ocorre com o guandu, a leucena, e algumas crotalárias.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como forma de encerramento da presente argumentação, talvez o que se ressalta ao longo do texto é, primeiramente, a importância da articulação dos conhecimentos considerados próprios da educação escolarizada, com os temas do cotidiano, como por exemplo acerca dos temas tratados aqui, nos quais se priorize enfaticamente o aspecto ecológico na preservação ambiental, de modo a garantir produções de qualidade concomitante com harmonia socioambiental.

Nesse sentido, a partir dessa proposta de articulação, pode-se dizer, por exemplo, que oportunizou a reflexão acerca da substituição das formas de fertilização e de combate a pragas, em que, a tendência contemporânea é a da produção em larga escala, mecanizada e, principalmente, mediada e garantida pela utilização excessiva de agrotóxicos e fertilizantes químicos. Evidencia-se que existe um discurso em defesa da produtividade industrial e de insumos artificiais, mas que na verdade, há possibilidades de que tal produção se efetive de forma sustentável. Esse entendimento é possível por meio da reflexão já na escolarização, em que a constituição dos conceitos científicos possibilita maior autonomia aos educandos, tanto em seus processos de aprendizagens, quanto na reflexão crítica sobre a realidade vivida.

Daí que, o que permeia toda a reflexão argumentativa é a proposta de adubação por compostagem, assim como, utilização da rotação de culturas enquanto uma prática agrícola importante que pode trazer muitos benefícios para a saúde do solo, a produtividade agrícola, a biodiversidade e o meio ambiente em geral. E ainda, fechando o circuito dessas duas propostas anteriores, a substituição da grande propriedade monocultura, por pequenas propriedades de produção familiar diversificada, a qual é comprovadamente tão produtiva que aquela.

## REFERÊNCIAS

ARF, O.; SILVA, L.S.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; HERNANDEZ, F.B.T. **Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada.** Bragantia, Campinas, v.58, n.2, 1999.

ARNHOLD, M. F. et al., **Benefícios do sistema de rotação de culturas.** In: 3º Simpósio de Agronomia e Tecnologia em Alimentos, 2016.

CAPRA, F. **A Teia da Vida.** São Paulo: Pensamento, 2004.

CARVALHO, A. M. P. de. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências didáticas investigativas.** In: \_\_\_\_\_. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.1, p.1-20.

CARVALHO M. M.; XAVIER D. F.; ALVIM, M. J. **Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas.** In: **Simpósio Internacional sobre Sistemas Agroflorestais Pecuários na América do Sul.** 2000.

FIALHO, L. L. ; SILVA, W. T. L. ; SIMÕES, M. L. ; MILORI, D. M. B. P. ; MARTIN NETO, L. **Monitoramento do processo de compostagem por ressonância paramagnética eletrônica (RPE) e relação C/N.** In: 29a. Anais REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICASBQ, 2006, Águas de Lindóia-SP. 29a. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA-SBQ, 99p, 2006.

FANCELLI, A. L. **Manejo do solo em Plantio Direto.** In: GRUPO PLANTIO DIRETO. **Guia para o Plantio direto.** São Paulo, 2000, p. 16-30.

FANCELLI, A. **Pesquisas certificam espécies para rotação de culturas.** Revista Visão Agrícola, n. 9, 2009.

FARIA, S. M. de; CAMPELLO, E. F. C. **Algumas leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para áreas degradadas.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de. **Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-PA.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1996

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba, SP, E. J. Kiehl, 1998.

ORNELLAS, H. L. **Seleção e preparo de alimentos.** 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

PEREIRA NETO, J. T. **Lixo Urbano no Brasil: Descaso, Poluição Irreversível e Mortalidade Infantil.** Ação Ambiental - Universidade Federal de Viçosa, agosto/setembro, p. 8-11. 1998.

PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem.** Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.

QUEIROZ, J. E. G., LIMA, J. S., KORN, M. G. **Efeito do Uso do Composto Selecionado e Não selecionado, Provenientes de Lixo Urbano, no Teor de Metais Pesados e na Produção de Biomassa na Cultura do Milho.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 5, p. 59-67. 2000.

WUTKE, E.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A; AMBROSANO, G.M.B. **Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes.** Bragantia, Campinas, v.57, n.2, 1998.